



١١

الجُزءُ الثّاني

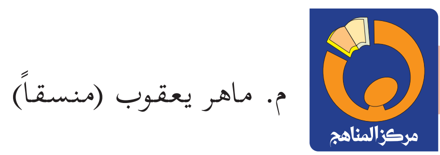
الاتصــــالات

(نظري وعملي)

المسار المهني - الفرع الصّناعيّ

فريق التّأليف:

م. إيمان كتّانة
م. صلاح الدين حاج أحمد
م. فخري صبّاح



م. ماهر يعقوب (منسقاً)

قررت وزارة التربية والتعليم في دولة فلسطين

تدريس هذا الكتاب في مدارسها بدءاً من العام الدراسي 2018/2019م

الإشراف العام

رئيس لجنة المناهج	د. صبري صيدم
نائب رئيس لجنة المناهج	د. بصري صالح
رئيس مركز المناهج	أ. ثروت زيد

الدائــرة الفنية

الإشراف الفني	كمال فحماوي
التصميم	منال رمضان

التحـرير اللغـوي	أ. وفاء الجيوسي
الـرسومـــــات	أ. سالم سالم
متابعة المحافظات الجنوبية	د. سمية النخالة

الطبعة التجريبية

2020م/ 1441هـ

دولــة فلسطين

وزارة التربية والتعليم



مركز المناهج

حي الماصيون، شارع المعاهد

ص. ب 719 - رام الله - فلسطين

pcdc.mohe@gmail.com | pcdc.edu.ps

mohe.ps | mohe.pna.ps | moehe.gov.ps

.com/MinistryOfEducationWzartAltrbytWaltlym

فاكس 2983250-2-970+ هاتف 2983280-2-970+

تقديم

يتصف الإصلاح التربوي بأنه المدخل العقلاني العلمي النابع من ضرورات الحالة، المستند إلى واقعية النشأة، الأمر الذي انعكس على الرؤية الوطنية المطورة للنظام التعليمي الفلسطيني في محاكاة الخصوصية الفلسطينية والاحتياجات الاجتماعية، والعمل على إرساء قيم تعزز مفهوم المواطنة والمشاركة في بناء دولة القانون، من خلال عقد اجتماعي قائم على الحقوق والواجبات، يتفاعل المواطن معها، ويعي تراكيبها وأدواتها، ويسهم في صياغة برنامج إصلاح يحقق الآمال، ويلامس الأماني، ويرنو لتحقيق الغايات والأهداف.

ولما كانت المناهج أداة التربية في تطوير المشهد التربوي، بوصفها علماً له قواعده ومفاهيمه، فقد جاءت ضمن خطة متكاملة عالجت أركان العملية التعليمية التعلمية بجميع جوانبها، بما يسهم في تجاوز تحديات النوعية بكل اقتدار، والإعداد لجيل قادر على مواجهة متطلبات عصر المعرفة، دون التورط بإشكالية التشتت بين العولمة والبحث عن الأصالة والانتماء، والانتقال إلى المشاركة الفاعلة في عالم يكون العيش فيه أكثر إنسانية وعدالة، وينعم بالرفاهية في وطن نحمله ونعظمه.

ومن منطلق الحرص على تجاوز نمطية تلقّي المعرفة، وصولاً لما يجب أن يكون من إنتاجها، وباستحضار واعٍ لعديد المنطلقات التي تحكم رؤيتنا للطالب الذي نريد، وللبنية المعرفية والفكريّة المتوخّاة، جاء تطوير المناهج الفلسطينية وفق رؤية محكومة بإطار قوامه الوصول إلى مجتمع فلسطيني ممتلك للقيم، والعلم، والثقافة، والتكنولوجيا، وتلبية المتطلبات الكفيلة بجعل تحقيق هذه الرؤية حقيقة واقعة، وهو ما كان له ليكون لولا التناغم بين الأهداف والغايات والمنطلقات والمرجعيات، فقد تآلفت وتكاملت؛ ليكون النتاج تعبيراً عن توليفة تحقق المطلوب معرفياً وتربوياً وفكرياً.

ثمّة مرجعيات تؤطّر لهذا التطوير، بما يعزّز أخذ جزئية الكتب المقررّة من المنهاج دورها المأمول في التأسيس؛ لتوازن إبداعي خلّاق بين المطلوب معرفياً، وفكرياً، ووطنياً، وفي هذا الإطار جاءت المرجعيات التي تم الاستناد إليها، وفي طليعتها وثيقة الاستقلال والقانون الأساسي الفلسطيني، بالإضافة إلى وثيقة المنهاج الوطني الأول؛ لتوجّه الجهد، وتعكس ذاتها على مجمل المخرجات.

ومع إنجاز هذه المرحلة من الجهد، يغدو إزجاء الشكر للطواقم العاملة جميعها؛ من فرق التأليف والمراجعة، والتدقيق، والإشراف، والتصميم، وللجنة العليا أقل ما يمكن تقديمه، فقد تجاوزنا مرحلة الحديث عن التطوير، ونحن واثقون من تواصل هذه الحالة من العمل.

وزارة التربية والتعليم

مركز المناهج الفلسطينية

آب / 2018م

مقدمة:

يأتي هذا المقرّر ضمن خطة وزارة التربية والتعليم لتحديث المناهج الفلسطينية وتطويرها لفروع التعليم المهني، بحيث يتضمّن مجموعة كفايات يمتلكها خرّيج التعليم المهني التي يتطلبها سوق العمل، ومواكبة آخر التطورات الحديثة في علم الصناعة، والتدريب العملي بما يتوائم مع متطلبات عصر المعارفة.

لقد تم تأليف هذا الكتاب ضمن منهجية الوحدات النمطية المبنية على المواقف والأنشطة التعلمية، بحيث يكون الطالب منتجاً للمعرفة لا مُتلقياً لها، بحيث يعطى للطالب الفرصة للانخراط في التدريبات التي تُنفَّذ بروح الفريق، والعمل الجماعي، لذا تضمّنت وحدات هذا المقررّ الحالات الدراسية التي تعمل على تقريب الطالب المتدرب من بيئة سوق العمل، والأنشطة التعلمية ذات الطابع التطبيقي المتضمنة خطّة العمل الكاملة للتمرين؛ لما تحتويه من وصف تنفيذ التمرين، ومنهجيته، وموارده، ومتطلباته، إضافة إلى صناديق المعرفة، وقضايا التفكير التي تُذكي ذاكرة الطالب.

لقد تمّ ربط أنشطة هذا الكتاب وتدريباته بقضايا عملية مُرتبطة بالسياق الحياتيّ للطالب، وبما يُراعي قُدرته على التنفيذ، كما تمّ التركيز على البيئة والسوق الفلسطيني وخصوصياتها عند طرح الموضوعات، وربطها بواقع الحياة المعاصر، وتجلّى ذلك من خلال الأمثلة العملية، والمشاريع الطلابية، حيث تمّ توزيع مادة الكتاب الذي بين أيدينا على ما يأتي:

احتوى (الفصل الثاني) على أربع وحدات نمطية، الوحدة االخامسة تتعلق **ببناء دارات إلكترونيّات الاتصالات وصيانتها**، أما الوحدة السادسة فتتعلق **بالتضمين وأنظمة الاتّصال التماثليّة**، والوحدة السابعة عن **تصميم الهوائيّات وتركيبها**، وأما الوحدة الثامنة فتتعلق **بصيانة جهاز الهاتف وتوصيلاته.**

ولمّا كانت الحاجة لصقل المعلومة النظرية بالخبرة العملية، فقد تمّ وضع مشروع في نهاية كلّ وحدة نمطية؛ لتطبيق ما تعلّمه الطلبة، ونأمل تنفيذه بإشراف المعلم.

واللهَ نسأل أن نكون قد وفّقنا في عرض موضوعات هذا الكتاب بما يراعي قدرات الطلبة، ومستواهم الفكري، وحاجاتهم، وميولهم النفسية والوجدانية والاجتماعية، وكلّنا أمل بتزويدنا بملاحظاتهم البنّاءة؛ ليتمّ إدخال التعديلات والإضافات الضرورية في الطبعات اللاحقة؛ ليصبح هذا الجهد تامّاً متكاملاً خالياً من أيّ عيب أو نقص قدر الإمكان.

والله ولي التوفيق

فريق التّأليف

المُحتويات



الوحدة الخامسة

بناء دارات إلكترونيّات الاتصالات وصيانتها

تؤدي إلكترونيّات الاتِّصالات رسالتها على أكمل وجه في تسخير الدارات والأجهزة والأنظمة الإلكترونيّة لبناء عالم الاتِّصالات الواسع وخدمته وتطويره.

الوحدة الخامسة: بناء دارات إلكترونيّات الاتِّصالات وصيانتها

يتوقع من الطلبة بعد دراسة هذه الوحدة والتفاعل مع أنشطتها أن يكونوا قادرين على توظيف المعارف والمهارات المختلفة في بناء الدارات الإلكترونيّة الأساسيّة للحصول على الإشارات المرغوبة في أنظمة الاتِّصال المختلفة، من خلال تحقيق الأهداف الآتية:

1. بناء دارات المُضَخّمات باستخدام الرقاقة 741
2. بناء دارات المُرَشّحات الخاملة
3. بناء دارات المُرَشّحات الفعّالة
4. بناء دارات الرنين وتشغيلها
5. بناء دارة مذبذب غير مستقرّ باستخدام الرقاقة 555

الكفايات المهنيّة:

الكفايات المتوقع من الطلبة امتلاكها بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة، والتفاعل مع أنشطتها:

أوّلاً- الكفايات الحرفية

- توظيف البيانات وتحليلها لبناء دارات إلكترونيّات الاتّصالات.
- القدرة على قراءة مخطّطات الأطراف وتفسيرها وتنفيذ توصيلاتها.
- القدرة على قراءة مخطّطات الدارات الإلكترونيّة وتفسيرها وتنفيذها.
- القدرة على بناء دارات (RLC) وحساب تردّد الرنين.
- القدرة على بناء دارات المُضَخّمات والمُرَشّحات والمذبذبات وتشغيلها.
- القدرة على حساب معامل تكبير المُضَخّم العاكس.
- القدرة على تمييز أنواع المُرَشّحات المختلفة الخاملة والفعّالة.
- القدرة على تحديد نوعية الترشيح المطلوبة في مراحل دارات الاتّصالات المختلفة.
- القدرة على التوصيل الآمن لدارات إلكترونيّات الاتّصالات مع الأجهزة ومع مصدر القدرة العمومي.

ثانياً- الكفايات الاجتماعية والشخصيّة

- المصداقيّة في التعامل مع الزبون.
- المحافظة على خصوصيّة الزبون.
- القدرة على تلبية رغبات وحاجات الزبون.
- القدرة على إقناع الزبون.
- القدرة على استيعاب الزبون ورأيه.
- تطوير المهارات العمليّة الذّاتيّة.
- الالتزام بمعايير الأمن والسلامة.
- تتبع الخيارات والحلول المختلفة للمشكلات.
- روح العمل ضمن فريق.
- التعامل بشكل مهني سليم وبناء مع مسؤول الورشة ومع الزبائن.
- الاستشارة المهنيّة عند اللزوم.
- الالتزام بالمواعيد.

ثالثاً- الكفايات المنهجيّة

- التعلّم التعاونيّ. (مجموعات العمل).
- الحوار والمناقشة.
- العصف الذهنيّ (استمطار الأفكار).
- البحث العلميّ.



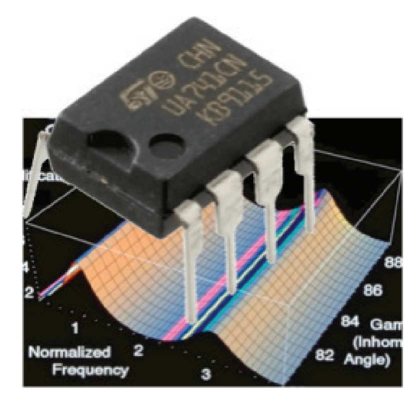
قواعد الأمن والسلامة المهنيّة



- الضبط الخاطئ أو عدم اختيار المدى المناسب لجهاز القياس يُعطي نتائج مضللة.
- تناول العناصر الإلكترونيّة برفق، وبعد تعرفك على مواصفاتها عاود تخزينها مرة أخرى، مع المحافظة عليها من التلف.
- مع أجهزة القياس الرقميّة دائماً اختبر مجسي جهاز القياس بعمل قصر بينهما مع وضع مفتاح الاختيار على وضع الأوم
- العمل على منضدة جافّة وأن تكون يدك جافّة ولا تقف على أرض مبللة عند عمل قياس أو اختبارات على دارة مطبق عليها جهد
- فصل القدرة الكهربائيّة (Turn off) عن الدارة عند تركيب أو فصل عنصر من الدارة
- عند استبدال عنصر تالف بعنصر آخر سليم يجب أن يكون للعنصر السليم نفس المواصفات الفنِّيّة ومدى التحمل للعنصر التالف.
- عند استخدام الساعة الرقميّة وتجاوز المدى لمفتاح الاختيار، تظهر على الشاشة كتابة (OL) أو (I) أو إشارة ومضية، وفي هذه الحالة يجب زيادة المدى (أي رفع المدى إلى قيمة أعلى).
- القطبيّة المعكوسة تظهر على الشاشة إشارة (-) أو تسبِّب وميضاً بكتابة POL، وفي هذه الحالة يجب عكس أطراف المجسّات.
- استخدام المكثّفات المناسبة لدارات التيّار المتناوب والانتباه إلى عدم استخدام المكثّفات الإلكتروليتية القطبيّة في غير موضعها حسب المخطّطات التمثيلية للدارات بشكل عام
- الحصول على الإشارات المتناوبة من جهاز مولّد الإشارة ذي فولتية مناسبة وتردّد مناسب
- التوصيل الصحيح لأطراف الرقاقات وخاصّة مع طرف التغذية وطرف الأرضيّ تجنّباً لاحتراقها
- التقيد بلباس التدريب داخل المشغل أو الورشة والالتزام بمتطلبات السلامة الأخرى مثل: الحذاء المناسب لحماية القدمين والقفازات المناسبة لحماية اليدين أثناء العمل
- التقيد باستخدام العِدَد والأدوات حسب اختصاصها ولا تستخدم أداة خاصّة لعمل معين في عمل مغاير.
- الحذر في نقل الأدوات والعِدَد أو مناولتها لزملاءك وناولها يداً بيد.
- تجنّب المزاح في المشغل أو الورشة وأثناء التدريب حتى تحمي نفسك وزملاءك من الخطر
- الحرص عند الانتهاء من العمل على تنظيم وترتيب العِدَد والأدوات بشكل منظم ومرتب وفي أماكنها الخاصّة.
- التأكّد من أن جهد مصدر الطاقة يناسب جهد تشغيل أجهزة القياس.
- المداومة على المحافظة على نظافة المشغل أو الورشة.

1-5 الموقف التعليميّ التعلميّ الأول:

بناء دارات مُضَخّمات الإشارة باستخدام الرقاقة 741



وصف الموقف التعليميّ التعلميّ: أحد الهواة أحضر إلى ورشة صيانة أجهزة الاتّصالات جهاز إرسال (FM) مداه 1 كم، ولوحته الإلكترونيّة الداخلية كتلك المبيّنة في الشكل (1). تتمّ عمليّة التكبير السمعي الأولي للإشارة السمعية المراد إرسالها عبر الجهاز باستخدام رقاقة مكبّر العمليات 741 التي تعمل كمكبّر عاكس للإشارة. وقد تعطل عمل الجهاز بسبب تلف الرقاقة المذكورة.



شكل (1): دارة جهاز إرسال FM بسيط

العمل الكامل			
خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجيّة	الموارد حسب الموقف الصفي
أجمع البيانات، وأحلّلها	• أجمع البيانات من الزبون عن: • مظاهر العطل في جهاز الإرسال الإذاعي FM. • اجمع البيانات عن: • رقاقة مكبّر العمليات 741 ومبدأ عملها وتركيبها. • مضخِّم العمليات العاكس باستخدام الرقاقة 741	• العمل في مجموعات. • البحث العلمي.	• الوثائق: الطلب الخطّيّ من المؤسسة، مخطّط أطراف الرقاقة 741، مخطّط تغذيتها، مخطّط دارة المضخِّم العاكس. • التكنولوجيا: الإنترنت.

أُخطِّط، وأقرِّر	• تصنيف البيانات (تركيب الرقاقة 741، أطرافها، استخداماتها العملية، المخططات، العلاقات). • تحديد خطوات العمل: • يخطط الطلبة تغذية الرقاقة حسب مخطّط تغذية رقاقات 741 وقيم جهود التغذية اللازمة. • تتبع المخطّط التمثيلي لدارة المضخِّم العاكس. • اختيار قيم المقاومات لتحقيق الكسب المطلوب (مستعيناً بالعلاقة الرياضيّة لحساب معامل الكسب أو التضخيم للمضخِّم العاكس). • تحديد اتساع إشارة الدخل بحيث أنَّ إشارة الخرج لا تتجاوز القيمة العظمى (قيمة فولتية التشبّع). • رسم المخطّط الكامل للدارة ولتغذية الرقاقة ولتوصيل مدخل الدارة بمولّد الإشارة ومخرج الدارة بجهاز راسم الإشارة (حسب مخطّط دارة المضخِّم العاكس ومخطّط أطراف الرقاقة 741).	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات.	• الوثائق: البيانات التي تم جمعها، مخطّطات أطراف الرقاقة 741، مخطّط التغذية للرقاقة، مخط دارة مضخِّم العمليات العاكس، أدلة الشركة الصانعة للرقاقة • التكنولوجيا: شبكة الإنترنت.
أُنفِّذ	• تثبيت الرقاقة 741 على لوحة التوصيل. • تغذية الرقاقة 741 باستخدام جهديْ تغذية مستمرّة وبالقيم الصحيحة. • بناء دارة المضخِّم العاكس وتأريضها. • ضبط مولّد الإشارة لتزويد المضخِّم بإشارة جيبيّة بالاتساع المناسب. • توصيل مدخل الدارة بمولّد الإشارة، وتوصيل مخرج الدارة براسم الإشارة. • قياس فولتية إشارة الخرج الناتجة، ومن ثم حساب معامل التكبير (معامل الكسب) الناتج. • تغيير اتساع إشارة الدخل أكثر من مرة وعمل جدول باتساع إشارة الدخل واتساع إشارة الخرج ومعامل التكبير في كل مرة. • مقارنة القيم المقيسة (عملياً) بالقيمة المحسوبة (نظرياً) لمعامل التكبير. • تجربة الرقاقة 741 المراد فحصها من خلال تركيبها في الدارة، واستبدالها إن كانت تالفة.	• الحوار والمناقشة. • العمل الجماعي والعلمي. • العصف الذهني.	• أجهزة ومعدات ومواد: لوحة التوصيل، القطع الإلكترونيّة المطلوبة (رقاقة 741، مقاومات مختلفة ...)، أسلاك التوصيل، جهاز تغذية مستمرّة (DC) ذو مخرجين × 15 فولت أو جهازان كل منهما بمخرج واحد 15 فولت، جهازا مولد الإشارة وراسم الإشارة، الجهاز المراد إصلاحه وأدوات الفك والتركيب. • التكنولوجيا: شبكة الإنترنت.

أَتَحَقَّق	• أتفقد أطراف الرقاقة 741 قبل التركيب وبعده. • أتحقق من قيم جهود التغذية وقطبياتها. • أتتبع توصيلات الدارة حسب المخطّط التمثيلي للمضخِّم العاكس، بما في ذلك فحص توصيلة المدخل (طرف 2) والمخرج (طرف 6). • أتحقق من صلاحية الرقاقة المراد تركيبها.	• البحث العلمي	• الوثائق: المخطّطات، أدلة الشركة الصانعة. • أجهزة ومعدات: جهاز الملتيميتر (DMM). • التكنولوجيا: الإنترنت.
أوثِّق، وأقدِّم	• توثيق جميع المخطّطات المستخدمة (مخطّط أطراف الرقاقة/ مخطّط التغذية/ دارة المضخِّم العاكس/ مخطّط توصيلات المداخل والمخارج). • توثيق نتائج تشغيل دارة المضخِّم العاكس والحسابات المبنية عليها في جدول مناسب. • رصد حالة الجهاز قبل استبدال الرقاقة وبعده. • عرض ما تم إنجازه. • إعداد ملف بالحالة (بناء دارات مضخمات الإشارة باستخدام الرقاقة 741).	• النقاش في مجموعات. • التعلم التعاوني.	• التكنولوجيا: حاسوب، أجهزة عرض. • قرطاسية، منصة عرض.
أقوِّم	• مقارنة القيم المقيسة بالقيم المحسوبة. • مطابقة المعايير لعمليات التغذية والتشغيل. • تقويم إجراءات السلامة. • رضا الزبون عن نتائج الفحص والاستبدال.	• الحوار والمناقشة.	• الوثائق: المواصفات الفنّيّة للرقاقة، أدلة التشغيل والصيانة للجهاز الَّذي تمت صيانته، معايير الجودة. • التكنولوجيا: الإنترنت.

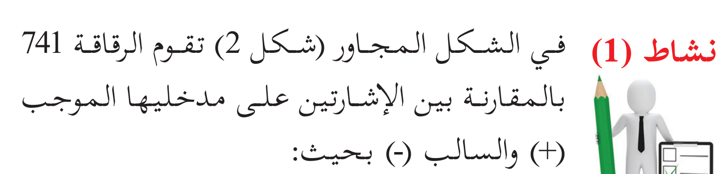


الأسئلة:

- صمِّم مُضَخّم عمليات عاكساً، معامل تكبيره ($A = 4$) إذا توفرت لديك الرقاقة 741 وأربع مقاومات متساوية، قيمة كلّ منها $R = 5\ K\Omega$.
- صمِّم مُضَخّم عمليات غير عاكس، معامل تكبيره ($A = 4$) إذا توفرت لديك الرقاقة 741 والمقاومات المذكورة في السؤال السابق.

أتعلَّم:

مُضَخّم العمليات (Operational Amplifier)



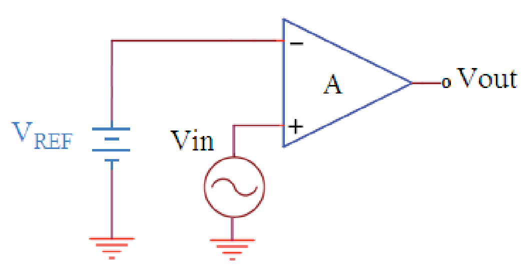
نشاط (1) في الشكل المجاور (شكل 2) تقوم الرقاقة 741 بالمقارنة بين الإشارتين على مدخليها الموجب (+) والسالب (-) بحيث:

- تكون فولتية المخرج +12V عندما تكون $Vin > V_{REF}$



- وتكون فولتية المخرج -12V عندما تكون $Vin < V_{REF}$

ما شكل الإشارة التي تتوقع أن تحصل عليها على المخرج؟



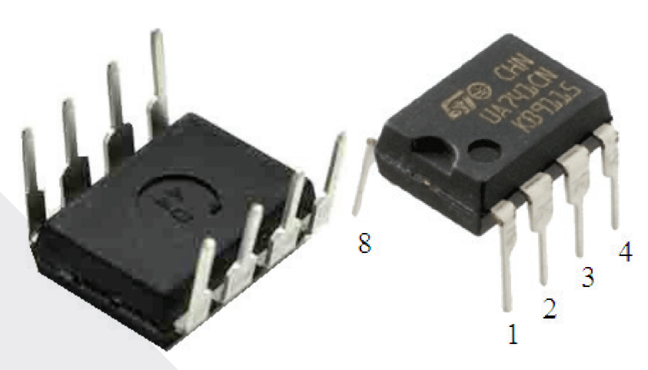
شكل (2): مقارن إشارة مع فولتية مرجعية

1) مُضَخّمات العمليات (Operational Amplifiers – Op Amp):

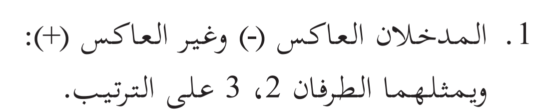
مُضَخّمات العمليات من أوسع الرقاقات انتشاراً، وهي دارات متكاملة تستخدم في تضخيم الإشارات الكهربائيّة. وقد سُمِّيَت بهذا الاسم؛ لأنّها تستخدم أيضاً في العمليات الحسابيّة كجمع الإشارات وطرحها ومفاضلتها ومكاملتها، وهناك أنواع عديدة منها.

2) مُضَخّم العمليات 741:

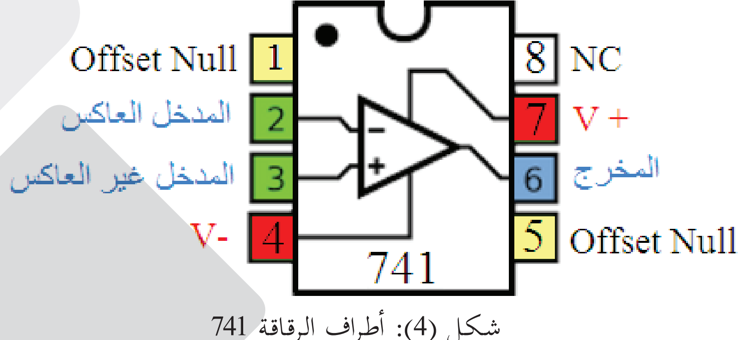
الرقاقة 741 من أشهر أنواع مُضَخّمات العمليات، ومن نماذجها الشائعة (LM741) و(UA741)، وهي رقاقة ثمانية الأرجل (شكل 3). وفيما يأتي (شكل 4) بيان لأطرافها:



شكل (3): الرقاقة UA741

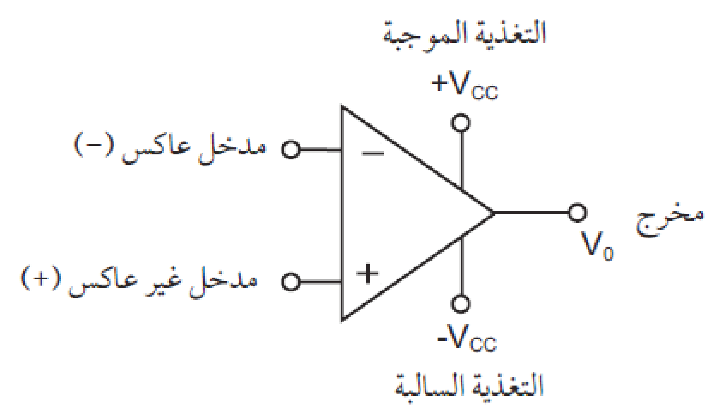


1. المدخلان العاكس (-) وغير العاكس (+): ويمثلهما الطرفان 2، 3 على الترتيب.
2. مدخلا التغذية: (+Vcc) و (-Vcc): ويمثلهما الطرفان 7 و4 على الترتيب.
3. المخرج: طرف 6.



شكل (4): أطراف الرقاقة 741

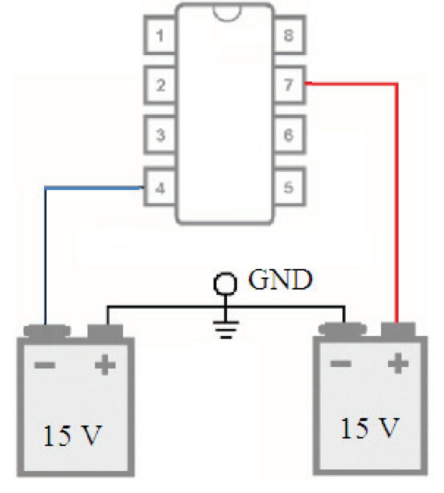
أما الطرفان 1، 5 فهما للمعايرة، وأما الطرف 8 فهو غير متصل (Not Connected - NC).
ويُبيِّن الشكل (5) رمز الدارة المتكاملة لمُضَخّم العمليات 741 مع مصدري التغذية.



شكل (5): رمز مضخِّم عمليات مع مصدري التغذية

3) تغذية مُضَخّم العمليات 741:

لكي يعمل مُضَخّم العمليات 741 لا بد من توفير الجهود المستمرّة (DC) اللازمة لتغذية الرقاقة، وذلك بتطبيق جهدين مستمرّين: أحدهما موجب (+Vcc) على مدخل التغذية الموجب، والآخر سالب (-Vcc) على مدخل التغذية السالب للرقاقة.
وجهود التغذية اللازمة هي في العادة:
ما بين (±5V) إلى (±15V)، بينما قد يؤدّي استخدام فولتيَّة تتجاوز (±18V) إلى تلف الرقاقة.
ويُبيِّن (شكل 6) مخطّط التغذية للرقاقة 741 باستخدام مصدرين 15 فولت.



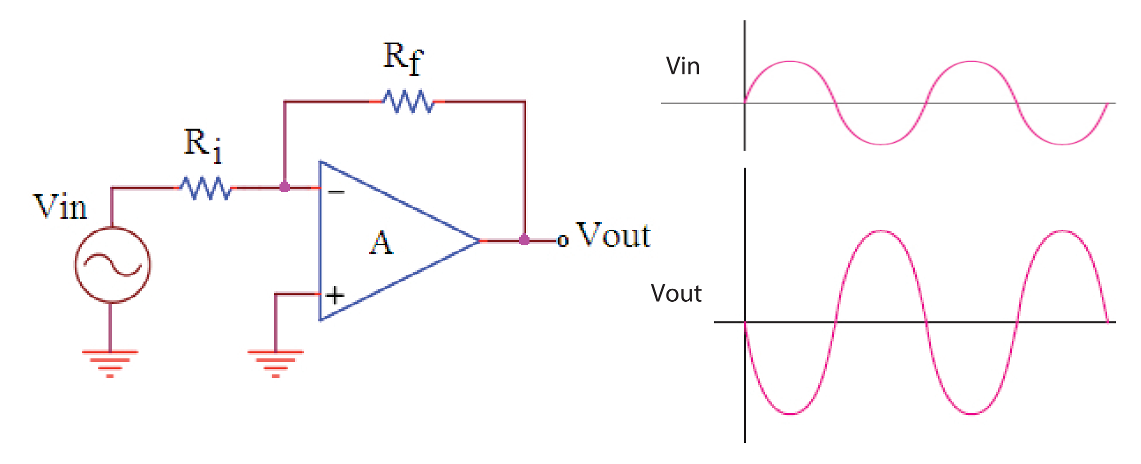
شكل (6): مخطط تغذية الرقاقة 741

4) المُضَخّم العاكس (Inverting Amplifier) باستخدام مُضَخّم العمليات 741:

يُبيِّن الشكل التالي (شكل 7) دارة مُضَخّم عاكس باستخدام رقاقة مُضَخّم العمليات 741 . يعتمد معامل التكبير (A) للمُضَخّم العاكس على كلّ من مقاومة المدخل (R_i) ومقاومة التغذية الراجعة (R_f) ويعطى بالعلاقة:

$$(1) \;\ldots\ldots\ldots\ldots\; A = -\frac{R_f}{R_i}$$

الإشارة السالبة في العلاقة تشير إلى أن جهد إشارة المخرج يكون معاكساً في القطبيّة لجهد إشارة المدخل. ومن هنا كانت تسميَته بالمكبّر العاكس، فهو يقوم بتكبير الإشارة وفي نفس الوقت يعكس قطبيتها (لاحظ شكل (7): حيث إشارة الخرج مقلوبة، أي أن فرق الطور بين إشارتي الخرج والدخل = 180º).



شكل (7): مضخم عاكس باستخدام الرقاقة 741 مع إشارتي الدخل والخرج

مثال (1): مُضَخّم عمليات عاكس معامل تكبيره 25، ومقاومة التغذية الراجعة فيه $R_f = 56\ K\Omega$، جد قيمة المقاومة (R_i) الواجب استخدامها على المدخل العاكس.

الحل:

$$A = -\frac{R_f}{R_i} \quad \text{.................................} \quad (1)$$

$$-25 = -\frac{56\ K\Omega}{R_i} \longrightarrow R_i = \frac{56\ K}{25} = 2.24\ K\Omega$$

مثال (2): إذا أدخلنا إشارة فولتية جيبيّة اتّساعها 120 mV إلى المُضَخّم العاكس (مثال 1) فما فولتية إشارة المخرج؟

الحل:

بشكل عام (وبالتعريف) فإنَّ معامل تكبير الفولتيَّة = $\frac{\text{فولتية إشارة الخرج (بالفولت)}}{\text{فولتية إشارة الدَّخل (بالفولت)}}$

وفي حالة المضخّم العاكس الذي لدينا (من السؤال السَّابق) فإنَّ:

$$A = \frac{Vout}{Vin} \quad \text{...} \quad (2)$$

$$\rightarrow \quad -25 = \frac{Vout}{Vin} = \frac{Vout}{0.120}$$

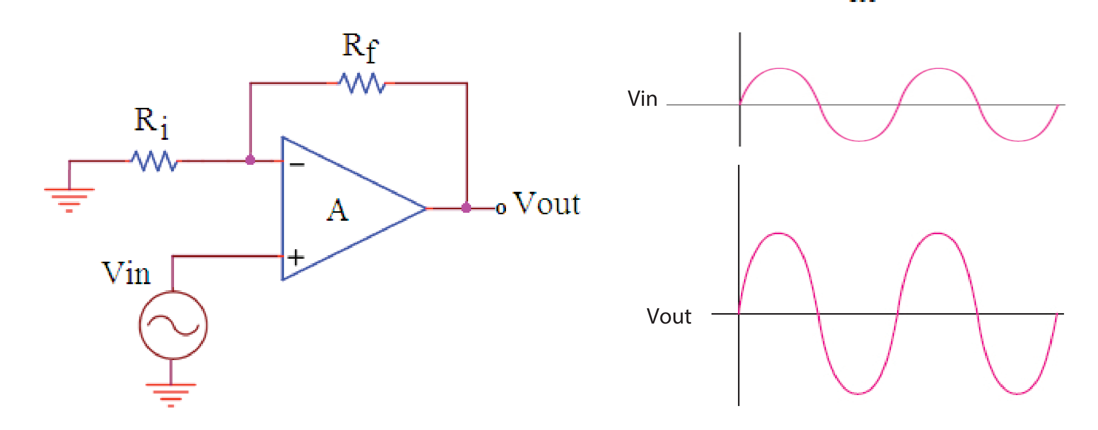
$$\rightarrow \quad Vout = -25 * 0.12 = -3\ Volt$$

أي أن اتِّساع إشارة الخرج هو 3 فولت مع فرق في الطور 180º بالنسبة لإشارة الدخل.

5) المُضَخّم غير العاكس (Non-Inverting Amplifier) باستخدام مُضَخّم العمليات 741:

يُبيِّن الشكل (8) دارة مُضَخّم غير عاكس باستخدام رقاقة مُضَخّم العمليات 741.

معامل تكبير المُضَخّم العاكس (A) يعتمد على كلّ من مقاومة المدخل (Ri) ومقاومة التغذية الراجعة (Rf)، ويعطى بالعلاقة: $A = 1 + \frac{Rf}{Ri}$ .... (3)



شكل (8): مضخِّم غير عاكس باستخدام الرقاقة 741 مع إشارتي الدخل والخرج

لاحظ أن إشارة الخرج وإشارة الدخل في المكبّر غير العاكس تكون لهما نفس القطبيّة.

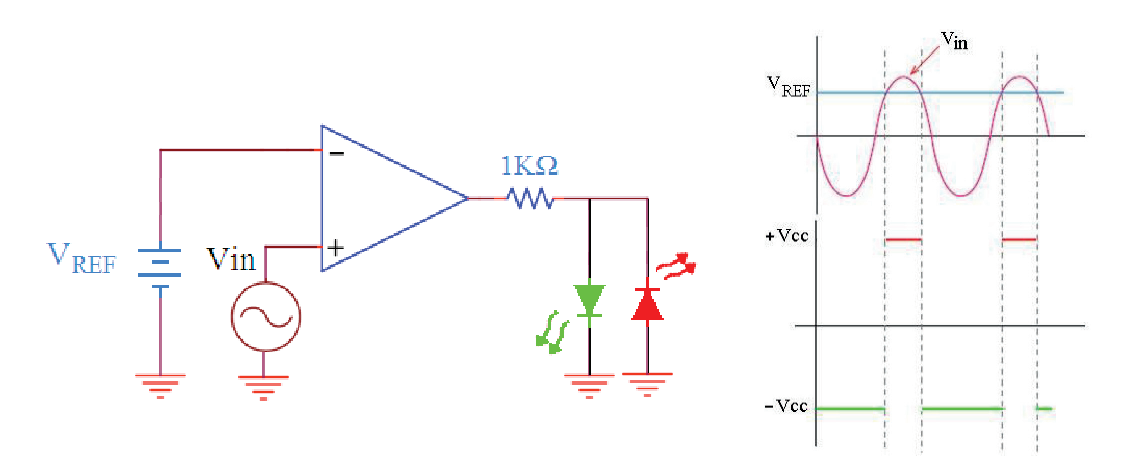
6) دارة المقارن (Comparator) باستخدام الرقاقة 741:

يُبيِّن (شكل 9) دارة مقارن باستخدام مُضَخّم العمليات 741، وأشكال إشارتي الدخل والخرج للمُضَخّم.

ويتلخَّص مبدأ عمل المقارن فيما يأتي:

عندما تكون $Vin > V_{REF}$ تكون فولتية المخرج +Vcc تقريبا

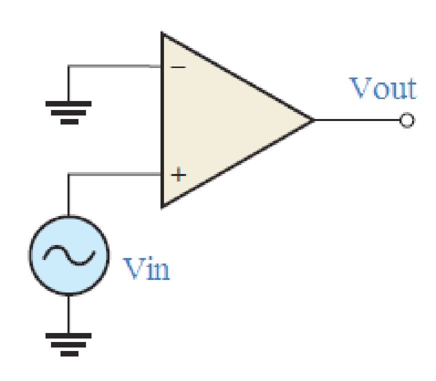
عندما تكون $Vin < V_{REF}$ تكون فولتية المخرج –Vcc تقريباً

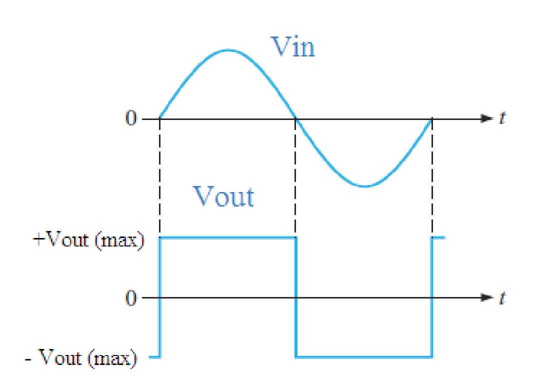


شكل (9): مقارن إشارة مع فولتية مرجعية وثنائيات LED لإظهار حالة المخرج

نشاط (2) يستخدم مكبّر العمليات 741 في تحويل الموجة الجيبيّة إلى موجة مربّعة (شكل 10– ب). وضح ذلك مستعيناً بدارة المقارن (شكل 10– أ).







أ- مقارن- إشارة واحدة

ب- إشارتا الدخل والخرج للمقارن

شكل (10): أ- دارة مضخم مقارن - إشارة واحدة ب- إشارتا الدخل والخرج للمقارن

هل يمكنك جعل إشارة الخرج موجة مستطيلة بدل المربّعة؟ وكيف تتحكم بكل من T1 وT2 لها؟

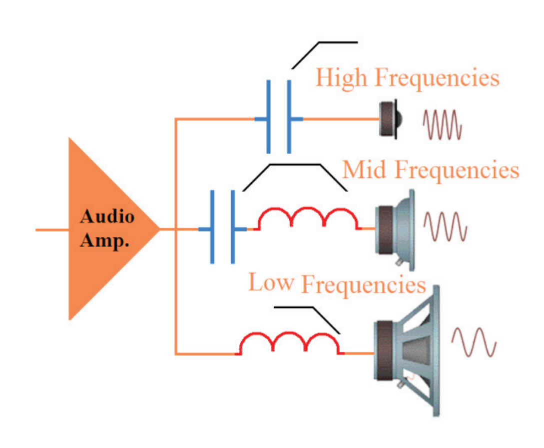
يمتاز مُضَخّم العمليات بمعامل تكبير هائل (يصل إلى 200,000 مرة) إذا لم توجد تغذية راجعة بين مخرجه وأحد المدخلين (مثل Rf)، كما يمتاز مُضَخّم العمليات عموماً بأن مقاومة مدخله عالية جدّاً (حوالي 2 MΩ)؛ مما يجعله لا يسحب أيّ تيّار يذكر من مصادر الإشارات المطبقة على مداخله، في حين أن مقاومة مخرجه منخفضة جدّاً (حوالي 75 Ω). أمّا أقصى جهد يمكن أن يصل إليه المخرج ويرمز إليه (Vout max) فهو عادةً يقلّ عن جهد التغذية (+Vcc) الّذي نستخدمه لتغذية المُضَخّم بحوالي 2V قد تزيد أو تنقص بناءً على قيمة مقاومة الحمل.

نشاط (3) ارجع إلى شبكة الإنترنت للحصول على أدلّة الشركات الصانعة (Data Sheet) لكل من مُضَخّمات العمليات (LM311)، (LM111)، (UA741) (LM741) والمقارنة بينها من حيث الخصائص المختلفة.



2-5 الموقف التعليميّ التعلميّ الثاني:

بناء دارات المُرَشّحات الخاملة



وصف الموقف التعلمي التعلمي: حضر أحد الزبائن إلى ورشة صيانة ومعه جهاز مكبّر للصوت، يستقبل الإشارة السمعية من عدة مايكروفونات، لاحظ الزبون أن نسبة التشويش في الأصوات القادمة من أحد المداخل قد أصبحت عالية جداً، فطلب صيانة الجهاز.

خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية	الموارد حسب الموقف الصفي
العمل الكامل			
أجمع البيانات، وأحلّلها	• أجمع البيانات من الزبون عن: • شدّة التشويش الصادرة من المدخل وتأثيرها على السمع. • هل تمّ تجريب أكثر من مايكروفون على نفس المدخل. • أجمع بيانات عن: • أنواع المرشّحات الكهربائيّة. • المرشّحات الكهربائيّة الخاملة وأنواعها. • مكوّنات، مبدأ عمل والاستجابة الترددية للمرشحات الكهربائيّة الخاملة.	• العمل في مجموعات. • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: (طلب الزبون، كتالوجات أنواع العناصر ومواصفاتها الفنّيّة المكونة للمرشحات الخاملة). • التكنولوجيا: (مواقع إلكترونيّة تعليميّة وفيديوهات تتعلق بالمرشّحات الكهربائيّة الخاملة، أنواعها وتطبيقاتها، الشبكة الإلكترونيّة (الإنترنت)).

أُخطِّط، وأقرِّر	• أصنف البيانات (المرشحّات الكهربائيّة الخاملة: أنواعها، مبدأ العمل، والاستجابة التردّدية). • مناقشة المعلومات والتقارير التي تمّ جمعها من المرحلة السابقة. • أحدد خطوات العمل: • العِدَد والأدوات والوثائق التي تلزم في التنفيذ. • الخطوات التي سيتبعونها في تصنيف المرشحّات الكهربائيّة الخاملة. • رسم توصيل الدارة الإلكترونيّة الخاصة بنوع المرشح الخامل (LPF, HPF, BPF, BSF). • خطوات رسم الاستجابة التردّدية لكل مرشح. • طريقة حساب قيمة تردّد القطع لكل مرشح نظريّاً وعملياً. • فحص دارة مرشح جهاز مكبّر الصوت المسببة للمشكلة. • إعداد جدول وقت التنفيذ. • عرض القرارات على المدرب.	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات.	• الوثائق: (كتالوجات أنواع العناصر ومواصفاتها الفنّيّة المكونة للمرشحات الخاملة، مخطّطات الاستجابة التردّدية لكل نوع من دارات الترشيح الخاملة، المخطّط التمثيلي لدارة المرشح المطلوبة وعليه قيم المقاومة والمكثّف، معادلة كسب الجهد، معادلة تردّد القطع للمرشح، المخطّط التمثيلي لدارة جهاز مكبّر الصوت).
أُنفِّذ	• ارتداء ملابس العمل. • الالتزام بقواعد الأمن والسلامة المهنية. • استخدام العناصر الإلكترونيّة اللازمة. • استخدام الأدوات والأجهزة المناسبة لتنفيذ مخطّط الدارة. • فحص عناصر دارة المرشح باستخدام الساعة الرقميّة وتحديد هل تالفة أم لا. • توصيل دارة المرشح على لوح التوصيل (أنواع المرشحّات كلها). • اضبط مولّد الإشارة للحصول على إشارة دخل نوعها جيبيّة VP=2V .	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات. • العصف الذهني.	أجهزة ومعدات: • ساعة رقمية (DMM). • مولّد إشارة. • راسم إشارة. • لوح توصيل. • مقاومات كربونية بقيم (200Ω, 300Ω, 1KΩ, 15KΩ, 2.2KΩ).مكثّفات كيميائيّة بقيم (1μF, 2.5μF, 0.01μF, 0.001μF, 0.1μF). • أسلاك ملائمة. • جهاز مكبّر صوت.

	• وصل إحدى قنوات راسم الإشارة على مخرج الدارة. • تغيير قيم تردّد مولّد الإشارة كالتالي: 10Hz, 100Hz, 1KHz, 10 KHz, 100KHz, 1MHz. • قياس جهد الخرج عند كلّ تردّد. • حساب كسب الجهد عند كلّ تردّد. • رسم العلاقة بين التردّد والكسب. • استنتاج نوع المرشح وتردّد القطع. • فحص دارة مرشح جهاز مكبّر صوت.		• الوثائق: (المخطّط التمثيلي لدارة المرشح المطلوبة وعليه قيم المقاومة والمكثّف، دليل الشركة الصانعة لأي جهاز قياس لمعرفة احتياطات التشغيل الخاصة). • التكنولوجيا: (الشبكة الإلكترونية (الإنترنت)).
أتَحَقَّق	• أتأكّد من: (توصيل الدارة بشكل صحيح، النتائج المقاسة حسب نوع المرشح، الاستجابة الترددية وقيمة تردّد القطع لكل مرشح، فحص دارة المرشح لجهاز الزبون). • أتأكّد من عمل جهاز مكبّر الصوت وأن الجهاز يعمل بالشكل الصحيح حسب طلب الزبون.	• حوار ومناقشة • التعلم التعاوني	• الوثائق: (المواصفات الفنّيّة المزوّدة من الشركة الصانعة، البيانات المطبوعة على لوحة الجهاز المراد فحصه، مخطّطات الاستجابة الترددية لكل نوع من دارات الترشيح الخاملة). • أجهزة ومعدات: جهاز الزبون • التكنولوجيا: (الشبكة الإلكترونية (الإنترنت)).
أوثّق، وأقدم	• أوثق: (رسم دارة المرشح الخامل، خصائص إشارة الدخل، خصائص إشارة الخرج عند كلّ تردّد، رسم الاستجابة الترددية لكل نوع من أنواع المرشح، قيمة تردّد القطع لكل مرشح، حالة فحص جهاز مكبّر الصوت). • أعرض ما تم إنجازه. • إعداد ملف بالحالة (بناء دارات المرشّحات الخاملة).	• النقاش في مجموعات. • التعلم التعاوني.	• التكنولوجيا: (جهاز عرض LCD، جهاز حاسوب، الإنترنت). • قرطاسية، منصة عرض.
أقوم	• رضا الزبون وموافقته على عمل الجهاز بما ينسجم مع طلبه. • مطابقة جهاز مكبّر الصوت للمواصفات، والمعايير.	• حوار ومناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: (مواصفات المرشّحات الخاملة من الشركة الصانعة، طلب الزبون، نماذج التقويم) • التكنولوجيا: (الشبكة الإلكترونية (الإنترنت)).



الأسئلة:

1. أين يستخدم مُرَشّح تمرير التردّدات المنخفضة (LPF)؟
2. فسر حالات المكثّف مع تغير تردّد الإشارة في مُرَشّح (HPF).
3. في جهاز اتِّصالات لا سلكيّ لاحظ أحد الزبائن سماع صوت طنين متواصل يختلط بصوت المتصل عند استقبال الاتِّصالات اللا سلكيّة، المطلوب:

- تحديد الدارة المسؤولة عن هذا الخلل، والقيام بفحص عناصرها، واستبدال التالفة منها.



أتعلَّم:

المرشّحات الخاملة (Passive Filters)

نشاط



تعمل أنظمة (GPS) المبيَّنة في الصورة (شكل 1) على عدة قنوات تبثُّها الأقمار الصناعيَّة المخصَّصة لذلك، مثل القناة (1575.42 Hz)، وتحتاج هذه الأنظمة إلى الموثوقيَّة العالية في مختلف الأحوال الجويَّة ومختلف البيئات في كل بقعة في العالم وعلى مدار السَّاعة.



شكل (1): أجهزة استقبال (GPS)

فكيف يمكن لأجهزة الاستقبال (GPS Receivers) تجنُّب التَّداخل والتشويش مع هذا العدد الكبير من الأنظمة الأخرى التي تعمل على تردُّدات مقاربة، مثل أنظمة الـ Wi-Fi، والـ Bluetooth، والهواتف الخلويَّة، والهواتف اللاسلكية وغيرها؟

المُرشّــــحات:

أخذت المُرشّحات هذا الاسم من طبيعة عملها في السَّماح بمرور مدىً تردُّدي من الإشارات، ومنع أو توهين (Attenuating) الإشارات ذات التردُّدات الأخرى.

يُعرَّف المرشّح على أنَّه دارة كهربائيَّة تسمح بتمرير الإشارات الكهربائيَّة عند تردُّدات معيَّنة أو بمدى تردُّدي محدَّد، وتمنع مرور الإشارات ذات التردُّدات الأخرى. وتستخدم المرشّحات في تطبيقات مختلفة، وبشكل خاصّ في مجال الاتّصالات، حيث يتمّ تصميم تلك المرشّحات بناءً على قيم التردُّدات المراد تمريرها أو منعها، وتسمَّى هذه الخاصيَّة انتقائيَّة المُرَشّح (Filter Selectivity).

فعلى سبيل المثال: تُستخدم مرشَّحات تمرير النّطاق لتمرير نطاق التردُّدات السمعيَّة (20 Hz-20 kHz) في تطبيقات المودم ودارات الكلام (Modems & Speech Processing). وكذلك الأمر بالنّسبة للتردُّدات العالية حيث تُستخدم مرشّحات تمرير النّطاق لاختيار قناةٍ تردُّديَّة أو باقة قنواتٍ محدَّدة.

تتكوَّن المرشّحات العاديَّة في الغالب من العناصر التالية: (مقاومة، مكثّف، ملفّ) على هيئة إحدى التركيبات البسيطة (RC, RL, RLC) وتسمَّى هذه المرشّحات بالمرشّحات الخاملة. ففي تطبيقات التردُّدات المنخفضة حتى (100 kHz) تُستخدم المرشّحات الخاملة التي تتكوَّن من دارات (RC)، بينما تستخدم المرشّحات الخاملة التي تتكوَّن من دارات (RLC) في التطبيقات ذات التردُّدات العالية (فوق (100 kHz).

وكنتيجةٍ لاستخدام عناصر خاملة فقط (المقاومة والمكثّف والملفّ) في تركيب هذه المرشّحات دون وجود عنصر تكبير مثل الترانزستور أو مكبّر العمليَّات فإن مستوى إشارة الخرج لهذه المرشّحات يبقى دائماً أقلَّ من مستوى إشارة الدَّخل. وتُصنَّف المرشّحات حسب وظيفتها إلى:

1) **مُرشّح تمرير التردُّدات المنخفضة (Low Pass Filter-LPF).**
2) **مُرشّح تمرير التردُّدات العالية (High Pass Filter-HPF).**
3) **مُرشّح تمرير النّطاق (Band Pass Filter-BPF).**
4) **مُرشّح إيقاف النّطاق (Band Stop Filter-BSF).**

ويمكن تركيب أبسط المرشّحات بتوصيل مقاومة ومكثّف (RC) على التوالي مع مصدر إشارة الدَّخل (V_{in})، وتؤخذ إشارة الخرج (V_O) من نقاط توصيل المقاومة والمكثّف. وبناءً على طريقة توصيل العنصرين (RC) ونقاط أخذ إشارة الخرج يتحدَّد نوع المرشّح الناتج (LPF أو HPF).

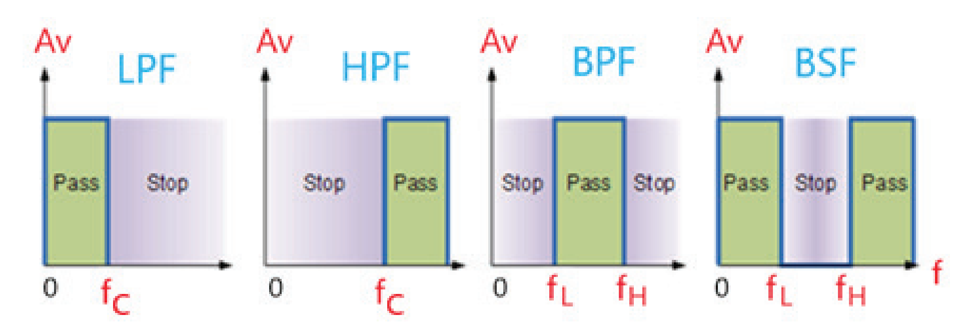
الاستجابة التردُّديَّة للمرشّحات:

يبيِّن شكل (2) الاستجابة التردُّديَّة للأنواع الأربعة من المرشّحات الخاملة في حالتها المثاليَّة.

الاستجابة الترددية للمُرَشّح هو مخطّط كسب الجهد بدلالة التردّد.

كسب الجهد معرف بالعلاقة: $A_v = \frac{V_{out}}{V_{in}}$

كسب الجهد بالديسبل يعطى بالعلاقة: $A_v\,(dB) = 20\log A_v$



شكل (2): الاستجابة التردّدية للمُرَشّحات الخاملة المثاليّة

1) مُرَشّح تمرير التردّدات المنخفضة (Low Pass Filter، LPF)

وهي المُرَشّحات التي تسمح بمرور الإشارات ذات التردّدات المنخفضة، التي يبدأ تردّدها من 0 Hz إلى تردّد القطع للمُرَشّح Cut-off Frequency (f_c) وتمنع مرور الإشارات ذات التردّدات الأعلى من تردّد القطع للمُرَشّح.

1-1 مكوِّنات المُرَشّح (LPF)، وعمله

يمكن بناء مُرَشّح تمرير التردّدات المنخفضة (LPF) من مكثّف مع ملف أو مقاومة للحصول على التوهين العالي المطلوب على التردّدات الأعلى من تردّد القطع fc، ووجود توهين قليل جداً، أو عدم وجود التوهين على التردّدات الأقلّ من تردّد القطع. أبسط دارات مُرَشّح (LPF) تتكوّن من مقاومة ومكثّف على التوالي، كما هو موضّح في الشكل (3)، حيث توصل إشارة الدخل على طرفي دارة (RC) للمُرَشّح، أمّا الخرج فيتم أخذه بين طرفي المكثّف.

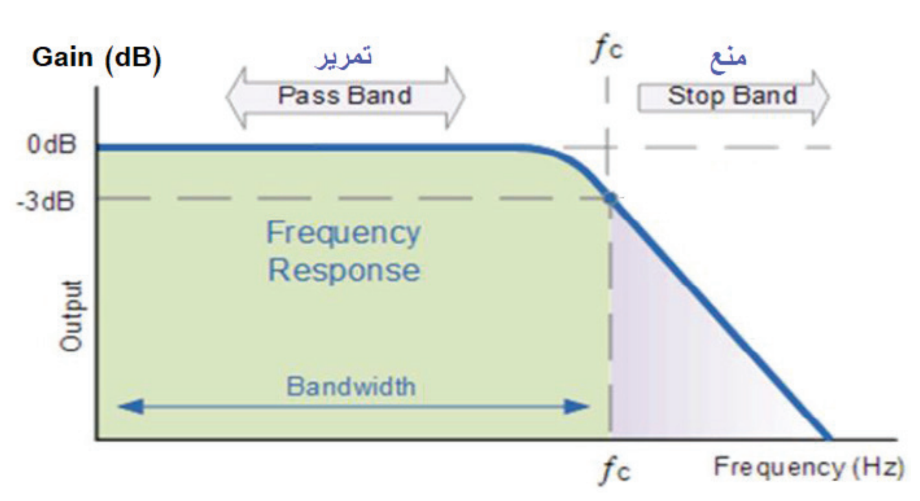
شكل (3): دارة مُرَشّح تمرير التردّدات المنخفضة (LPF)

2-1 الاستجابة الترددية للمُرَشّح (LPF)

إذا قمنا برسم جهد الخرج للمُرَشّح اعتماداً على تغير التردّد للدخل نحصل على منحنى الاستجابة الترددية الموضح بالشكل (4). كما يُبيّن الشكل (4) أن الاستجابة الترددية للمُرَشّح تكون تقريباً مستوية على الترددات المنخفضة، وأن جميع الإشارات تمرّ بشكل مباشر إلى خرج المُرَشّح، حيث إنّ مقدار الكسب الحاصل في هذه المنطقة يكون قريباً من الواحد الصَّحيح. يستمر المُرَشّح بهذا السلوك إلى أن يصل التردّد إلى تردّد القطع (f_c).

عند التردُّدات التي تزيد عن تردُّد القطع يحدث توهين عالٍ للإشارات، لاحظ أن تردّد القطع يحدث عند نقطة وصول الجهد على خرج المرشّح إلى المستوى (3dB –) والذي يمثّل نسبة جهد الخرج إلى جهد الدَّخل (70.7%).

ويُحسب تردُّد القطع لمرشّح (LPF) من خلال المعادلة الآتية: $f_c = \frac{1}{2\pi RC}$



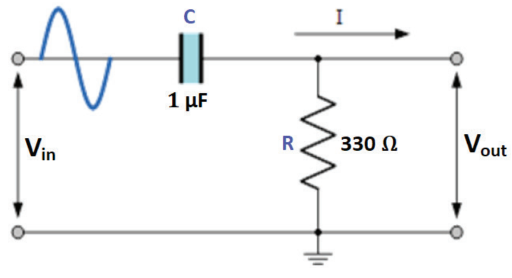
شكل (4): الاستجابة الترددية للمُرَشّح (LPF)

2) مُرَشّح تمرير الترددات العالية (High Pass Filter، HPF)

وهي المُرَشّحات التي تسمح بمرور الإشارات ذات الترددات العالية التي يكون ترددها أعلى من تردّد القطع للمُرَشّح (Cut-off Frequency fc) إلى ما لا نهاية، ويمنع مرور الإشارات ذات الترددات الأقلّ من تردّد القطع للمُرَشّح.

1-2 مكوّنات المُرَشّح (HPF) وعمله

يتم بناء مُرَشّح تمرير الترددات العالية (HPF) وذلك بتبديل أماكن كلّ من المكثّف والمقاومة لدائرة مُرَشّح (LPF) أيّ أنها على العكس تماماً من دائرة المُرَشّح (HPF) حيث



شكل (5): دارة مُرَشّح تمرير الترددات العالية (HPF)

تأخـذ إشـارة الخـرج علـى طرفـي المقـاومـة بـدلاً مـن المكثّـف. يُبيِّـن الشـكل (5) دارة مُرَشّـح تمريـر التـردّدات العاليـة (HPF).

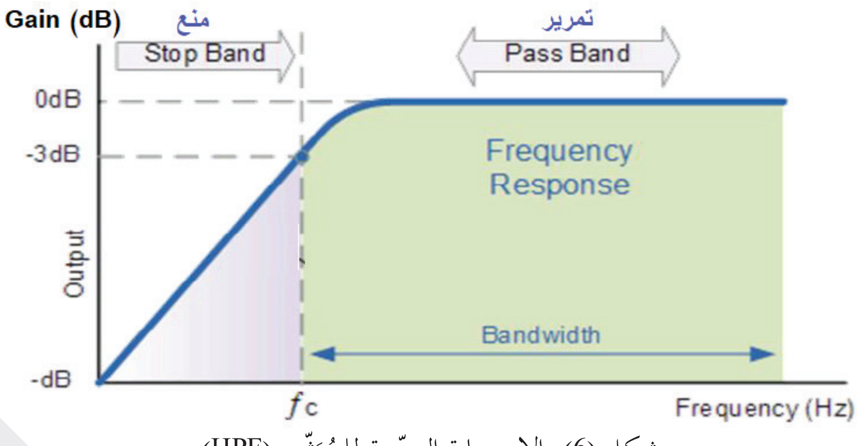
يقوم مرشح (HPF) بتمرير الإشارات التي يكون تردّدها أعلى من تردّد القطع f_c بحيث يحافظ على تكبير جهدها ثابتاً تقريباً، بينما يقوم بتوهين عالٍ جدّاً للتردّدات الأقلّ من تردّد القطع.

2-2 الاستجابة الترددِيَّة للمُرشّح (HPF)

إذا قمنـا برسـم جهـد الخـرج للمرشّـح (HPF) اعتمـاداً علـى متغيّـر التـردُّد لإشـارة الدَّخـل فإنَّنـا نحصـل علـى منحنـى الاسـتجابة التردُّديَّـة الموضَّـح فـي شـكل (6). ويُبيِّـن الشـكل أن الاسـتجابة التردُّديَّـة للمرشّـح تكـون مسـتوية تقريبـاً عنـد التـردُّدات العاليـة التي فـوق تـردُّد القطـع f_c، وأنَّ جميـع تلـك الإشـارات تمـرُّ بشـكل مباشـر إلـى خـرج المرشّـح، حيـث إن مقـدار الكسـب فـي هـذه المنطقـة يكـون نفسَـه تقريبـاً، وقريبـاً مـن الواحـد الصحيـح، ويسـتمرُّ المرشّـح بهـذا السـلوك إلـى مـا لانهايـة.

أمـا عنـد التـردُّدات المنخفضـة التي تقـلّ عـن تـردُّد القطـع فيحـدث توهيـن عـالٍ للإشـارات. لاحظ أن تـردُّد القطـع يحـدث عنـد نقطـة وصـول الجهـد علـى خـرج المرشّـح إلـى مسـتوى (-3dB) والتـي تمثّـل نسـبة جهـد الخـرج إلـى جهـد الدَّخـل (70.7%)

يُحسب تردُّد القطع لمرشّح (HPF) من خلال المعادلة الآتية: $f_c = \frac{1}{2\pi RC}$



شكل (6): الاستجابة الترددية للمُرَشّح (HPF)

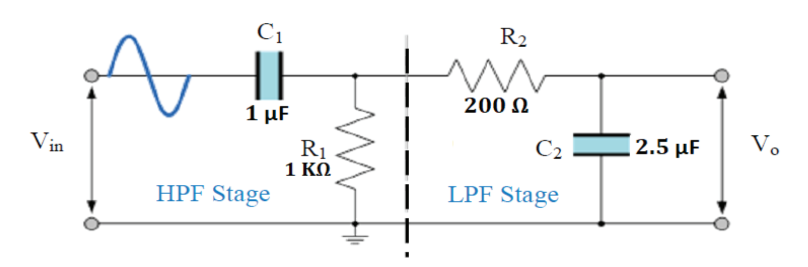
3) مرشّح تمرير النّطاق (BPF)

يسـمح بمـرور الإشـارات ذات التـردّدات ضمـن نطـاق تـردّدي محـدّد، ويمنـع مـرور الإشـارات ذات التـردّدات الأقـلّ أو الأعلـى مـن النطـاق.

1-3 مكوّنات المُرَشّح (BPF) وعمله

فـي كثيـر مـن التطبيقـات الهندسـيّة يكـون مـن الضـروريّ تمريـر مـدى تـردّدي معيـن أو محـدّد، بحيـث يبـدأ هـذا المـدى التـردّدي عنـد تـردّد غيـر (0 Hz) أيّ (DC)، وينتهـي عنـد تـردّد عـالٍ بعـض الشـيء، والـذي مـن الممكـن أن يكـون هـذا المـدى ضيقـاً (Narrow) أو عريضـاً (Wide) بنـاءً علـى النطـاق التـردّدي المطلـوب.

بتوصيل مُرَشّحين معاً بشكلٍ متوالٍ (Cascade) أو على التوالي، أحدهما مُرَشّح تمرير الترددات العالية (HPF)، والآخر مُرَشّح تمرير الترددات المنخفضة (LPF)، نحصل على نوع جديد من المُرَشّحات الخاملة الّذي يسمح بمرور نطاق (Band) أو مدى محدّد من الترددات. يقوم هذا المُرَشّح بنفس الوقت بتوهين ومنع مرور الترددات التي تقع خارج النطاق الترددي المحدد. يطلق على مثل هذا النوع من المُرَشّحات مُرَشّحات تمرير نطاق ترددي (BPF)، ويُبيِّن الشكل (7) دارة مُرَشّح (BPF).



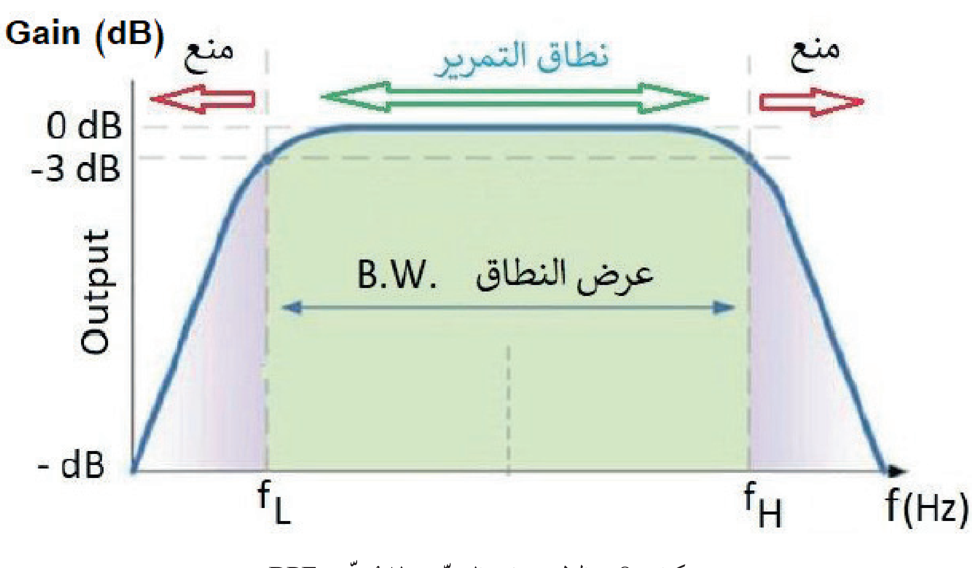
شكل (7): دارة مُرَشّح تمرير النطاق التردّدي BPF

يطلق على المدى الترددي للمُرَشّح (BPF) بعرض النطاق، (Bandwidth BW)، ويتمّ تحديده بين ترددي قطع الدارة، حيث مستوى جهد إشارة الخرج يساوي 70.7 % من جهد إشارة الدخل. يطلق على تردّد القطع الأوّل بتردّد القطع السفليّ (Lower cut-off Frequency، f_L) ويحدّد من خلال مكوّنات المُرَشّح (HPF)، أمّا تردّد القطع الثاني فيطلق عليه تردّد القطع العلويّ (Upper cut-off Frequency، f_H) ويحدد من خلال مكونات المرشح (LPF)، ويكون أعلى من تردد القطع الناتج من خلال مكونات المرشح (HPF). يحسب عرض النطاق التردّدي للمُرَشّح (BPF) بأخذ حاصل الفرق بين ترددي قطع الدارة كما في المعادلة الآتية:

$$BW = f_H - f_L$$

2-3 الاستجابة التردّدية للمُرَشّح (BPF)

يُبيِّن الشكل (8) الاستجابة الترددية للمُرَشّح (BPF)، حيث يُبيِّن أن المُرَشّح يعمل على توهين إشارة الدخل عند الترددات المنخفضة، التي يكون ترددها أقلّ من تردّد القطع الأول f_L نلاحظ من الشكل أن مستوى الإشارة في المنطقة ما قبل تردّد القطع الأوَّل يتزايد مع زيادة التردّد إلى نقطة f_L التي يكون عندها مستوى إشارة الخرج يعادل 70.7 % من مستوى إشارة دخل المُرَشّح. يستمر مستوى الخرج للمُرَشّح بالزيادة مع زيادة التردّد إلى أن يصل لأقصى قيمة لمستوى إشارة الدخل، ويثبت على هذا المستوى. يستمر خرج المُرَشّح على أقصى مستوى حتى يصل التردّد إلى تردّد القطع الثاني f_H، حيث يهبط مستوى الخرج عنده إلى 70.7 % كما حدث عند التردّد f_L، ثمّ يتابع هبوطه بعد تردّد القطع f_H.



شكل (8): الاستجابة التردّدية للمُرَشّح BPF

4) مُرَشّح إيقاف النّطاق (BSF)

يمرِّر جميع التردّدات باستثناء نطاق تردّدي محدّد غير مرغوب فيه.

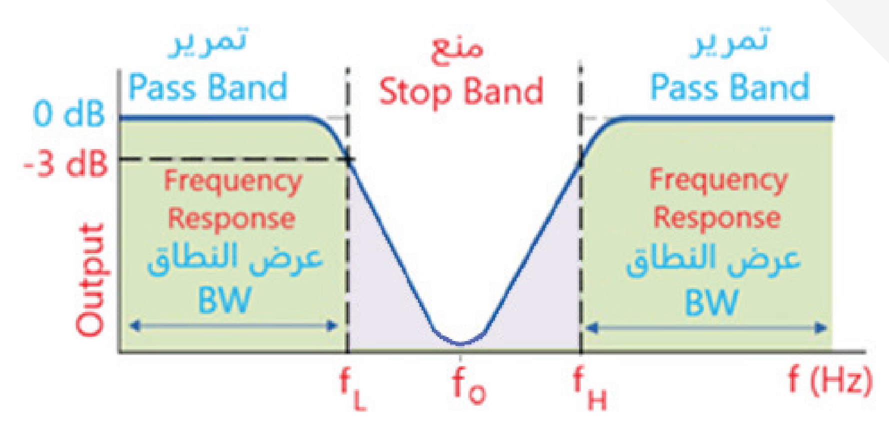
1-4 مكوّنات المُرَشّح (BSF) وعمله

يتحدّد النطاق التردّدي للمُرَشّح بتردّدين: أحدهما تردّد القطع السفليّ f_L حيث يسمح المُرَشّح بمرور كل التردّدات الأقلّ منه، ويمنع مرور التردّدات الأعلى من f_L ضمن مدى تردّدي إلى تردّد القطع الآخر، وهو تردّد القطع العلويّ f_H، حيث يعود المُرَشّح ويمرِّر جميع التردّد الأعلى من التردّد (f_H).

2-4 الاستجابة التردّدية للمُرَشّح (BSF)

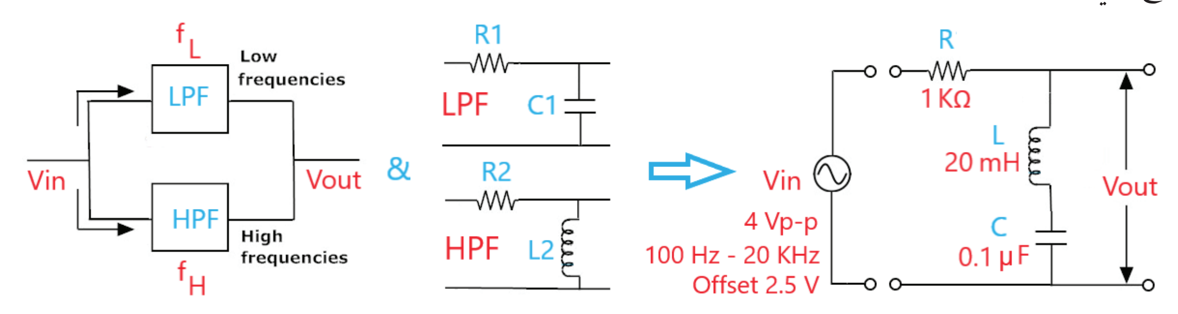
يُبيِّن الشكل (9) الاستجابة التردّدية للمُرَشّح (BSF)، حيث يُبيِّن أن المُرَشّح يعمل على توهين إشارة الدخل عند التردّدات المحصورة بين تردّدي القطع، التي يكون تردّدها أعلى من تردّد القطع الأوَّل f_L وأقل من تردّد القطع الثاني f_H وفيما عدا ذلك يمرّ من دون توهين أو مع توهين بسيط. نلاحظ من الشكل أن مستوى الإشارة في المنطقة ما قبل تردّد القطع الأوَّل ثابت على أقصى مستوى، حيث يستمر على هذا النحو إلى أن يصل التردّد إلى تردّد القطع الأول، والذي يكون عنده مستوى إشارة الخرج يعادل 70.7% من مستوى إشارة دخل المُرَشّح، فيبدأ مستوى الإشارة بالانخفاض، ويستمر مستوى الخرج للمُرَشّح بالانخفاض، مع زيادة التردّد إلى أن يصل لأقل قيمة لمستوى إشارة الدخل، ويثبت على هذا المستوى.بعد فترة تردّدية معيَّنة يعود مستوى خرج المُرَشّح للزيادة، ويستمر خرج المُرَشّح بالزيادة؛ حتى يصل التردّد إلى تردّد القطع

الثاني f_H، حيث يكون مستوى الخرج 70.7% كما حدث عند التردّد f_L ثمَّ يتابع الزيادة بعد تردّد القطع f_H إلى أن يصل لأقصى مستوى.



شكل (9) الاستجابة الترددية للمُرَشّح BSF

يمكن الحصول على مرشح (BSF) وذلك بتوصيل مرشح (LPF) على التوازي مع مرشح (HPF) كما هو موضح في شكل (10).



شكل (10): المخطط الصندوقي والدارة الكهربائية لمرشح (BSF).

ويمكنك حساب كلٍّ من تردُّدي القطع (f_L ، f_H) لمرشّح (BSF) المبيَّن في شكل (10) حيث $f_L < f_H$ من خلال العلاقتين التاليتين:

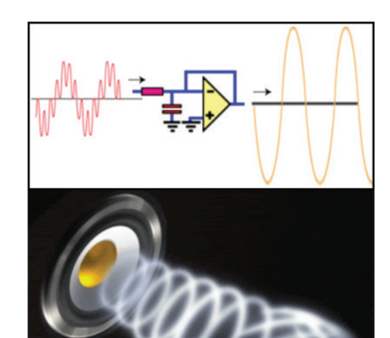
$$f_L = \frac{1}{2\pi RC} \quad ، \quad f_H = \frac{R}{2\pi L}$$

كما يمكنك حساب التردُّد f_O الذي يتم توهينه أكثر ما يمكن من خلال العلاقة التالية:

$$f_O = \sqrt{f_L * f_H} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

3-5 الموقف التعليميّ التعلميّ الثالث:

بناء دارات المُرَشّحات الفعّالة



وصف الموقف التعليميّ التعلميّ: جاء أحد الزبائن إلى ورشة صيانة، ولديه جهاز استقبال إذاعيّ يحدث فيه تداخل في القنوات الإذاعيّة، فطلب صيانة الجهاز.

العمل الكامل			
خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية	الموارد حسب الموقف الصفي
أجمع البيانات، وأحلّلها	• أجمع بيانات من الزبون عن: • شدّة التشويش الصادرة عند الرغبة بسماع محطة معيّنة. • حين تقوم باختيار إحدى القنوات، هل يتم سماع الأصوات الصادرة عن قناة أو قنوات أخرى إلى جوار الصوت المرغوب الخاص بالقناة التي اخترتها. • أجمع بيانات عن: • مكبّر العمليات 741 . • المرشحّات الكهربائيّة الفعّالة وأنواعها. • مكوّنات، مبدأ عمل والاستجابة الترددية للمرشحات الفعّالة.	• العمل في مجموعات. • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: (طلب الزبون، كتالوجات أنواع العناصر ومواصفاتها الفنّيّة المكونة للمرشحات الفعّالة). • التكنولوجيا: (مواقع إلكترونيّة تعليميّة وفيديوهات تتعلق بالمرشحّات الكهربائيّة الفعّالة، أنواعها وتطبيقاتها، الشبكة الإلكترونيّة (الإنترنت)).
أُخطّط، وأقرّر	• أصنف البيانات (المرشحّات الكهربائيّة الخاملة: أنواعها، مبدأ العمل، والاستجابة الترددية). • أحدد خطوات العمل: • العِدَد والأدوات والوثائق التي تلزم في التنفيذ • تصنيف المرشحّات الكهربائيّة الفعّالة • رسم توصيل الدارة الإلكترونيّة الخاصة بنوع المرشح الفعّال (LPF, HPF, BPF, BSF). • رسم الاستجابة الترددية لكل مرشح. • قيمة تردّد القطع لكل مرشح نظريّاً وعملياً. • فحص دارة مرشح جهاز الاستقبال الإذاعي. • إعداد جدول وقت التنفيذ. • عرض القرارات على المدرب.	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات.	• الوثائق: (كتالوجات أنواع العناصر ومواصفاتها الفنّيّة المكونة للمرشحات الفعّالة، مخطّطات الاستجابة الترددية لكل نوع من دارات الترشيح الفعّالة، المخطّط التمثيلي لدارة المرشح المطلوبة وعليه قيم المقاومة والمكثّف، معادلة كسب الجهد، معادلة تردّد القطع للمرشح، مخطط توصيل دارة المرشح بالمولّد والراسم، مخطط مكبّر العمليات 741).

أُنفِّذ	• ارتداء ملابس العمل. • الالتزام بقواعد الأمن والسلامة المهنية. • استخدام العناصر الإلكترونيّة اللازمة. • استخدام الأدوات والأجهزة المناسبة لتنفيذ مخطّط الدارة. • فحص العناصر المكونة لدارة المرشح باستخدام الساعة الرقميّة وتحديد هل تالفة أو لا. • توصيل دارة المرشح على لوح التوصيل (أنواع المرشّحات كلها). • ضبط مولّد الإشارة للحصول على إشارة دخل نوعها جيبيّة V_{P-P}=1V. • وصل إحدى قنوات راسم الإشارة على مخرج الدارة. • تغيير قيم تردّد مولّد الإشارة كالتالي: ,10Hz 100Hz, 0.5KHz, 1KHz, 10 KHz, 50 KHz, 100KHz, 500 KHz, 1MHz. • قياس جهد الخرج عند كلّ تردّد. • حساب كسب الجهد عند كلّ تردّد. • رسم العلاقة بين التردّد والكسب. • استنتاج نوع المرشح. • استنتاج تردّد القطع. • فحص دارة المرشح لجهاز الاستقبال الإذاعي.	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات. • العصف الذهني.	أجهزة ومعدات: • ساعة رقمية (DMM). • مولّد إشارة. • راسم إشارة. • لوح توصيل. • مقاومات كربونية بقيم (15KΩ) عدد 18. • مكثّفات كيميائيّة بقيم (0.01µF عدد 3 (0.001µF) عدد 3. • مكبّر العمليات 741 عدد 6. • جهاز مزوّد قدرة مستمرّة (-15 V, 15 V). • أسلاك ملائمة. • جهاز استقبال الإذاعي. • الوثائق: (المخطّط التمثيلي لدارة المرشح المطلوبة وعليه قيم المقاومة والمكثّف، كتاب المواصفات لمكبّر العمليات 741، دليل الشركة الصانعة لأي جهاز قياس لمعرفة احتياطات التشغيل الخاصة). • التكنولوجيا: (الشبكة الإلكترونية (الإنترنت)).
أَتَحَقَّق	• أتأكّد من: (توصيل الدارة بشكل صحيح، النتائج المقاسة حسب نوع المرشح، الاستجابة الترددية وقيمة تردّد القطع لكل مرشح). • أتأكّد من فحص دارة المرشح لجهاز الزبون وأن الجهاز يعمل بالشكل الصحيح حسب طلب الزبون. • أتأكّد من عمليّة التوليف (بتشغيل جهاز الاستقبال الإذاعي) لإلغاء التداخل بين القنوات.	• حوار ومناقشة. • التعلم التعاوني.	• الوثائق: (المواصفات الفنّيّة المزوّدة من الشركة الصانعة، البيانات المطبوعة على لوحة الجهاز المراد فحصه، مخطّطات الاستجابة التردّدية لكل نوع من دارات الترشيح الفعّالة). • أجهزة ومعدات: جهاز الزبون • التكنولوجيا: (الشبكة الإلكترونية (الإنترنت)).

أوثّق، وأقدم	• أوثق: (رسم دارة المرشح الفعّال، تسجيل خصائص إشارة الدخل، تسجيل خصائص إشارة الخرج عند كلّ تردّد، رسم الاستجابة الترددّية لكل نوع من أنواع المرشح، قيمة تردّد القطع لكل مرشح، تسجيل حالة فحص جهاز الاستقبال الإذاعي) • أعرض ما تم إنجازه • إعداد ملف بالحالة (بناء دارات المرشحّات الفعّالة)	• النقاش في مجموعات. • التعلم التعاوني.	• التكنولوجيا: (جهاز عرض LCD، جهاز حاسوب، الإنترنت). • قرطاسية، منصة عرض.
أقوم	• رضا الزبون وموافقته على عمل الجهاز بما ينسجم مع طلبه • مطابقة الجهاز للمواصفات، والمعايير	• حوار ومناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: (مواصفات المرشحّات الفعالة من الشركة الصانعة، طلب الزبون، نماذج التقويم). • التكنولوجيا: (الشبكة الإلكترونية (الإنترنت)).



الأسئلة:

1. فسر حاجتنا الماسة للمُرَشّحات الفعّالة.
2. ما أهمّ ما يميز المُرَشّحات الفعّالة عن المُرَشّحات الخاملة؟
3. هل يمكن بناء دارة مُرَشّح فعال لتمرير نطاق تردّدي (BPF) باستخدام مكبّر عمليات واحد؟
   - أقوم بتوضيح الإجابة من خلال رسم الدارة.



أتعلَّم:

المُرَشّحات الفعّالة (Active Filters)



نشاط

يتم إيصال المكالمات الهاتفية وخدمة الإنترنت إلى المستخدمين عبر خط الهاتف الواصل إلى منازلنا ومكاتبنا، وذلك باستخدام تقنية (ADSL)، كما في (شكل 1). كيف يمكن نقل نوعين مختلفين من الإشارات على خط واحد؟ وكيف يتم إيصال أحدهما إلى جهاز الهاتف، والآخر إلى جهاز الكمبيوتر؟

شكل (1): تقنية (ADSL)

تعرفت عزيزي الطالب على المُرَشّحات الخاملة، حيث لاحظنا أن من سلبيات المُرَشّحات الخاملة أن سعة إشارة الخرج (Output Signal) تكون دائماً أقلّ من سعة إشارة الدخل (Input Signal)، وهذا يدلّ على أن الكسب في مثل هذه المُرَشّحات لا يمكن أن يكون أكبر من الوحدة (Less than Unity Gain) بالإضافة إلى تأثير ممانعة الحمل على خصائص المُرَشّح. وفي حالة تركيب عدة مُرَشّحات على التوالي فإنَّ المشكلة تتضاعف.

هنا تصبح الحاجة إلى المُرَشّحات الفعّالة (Active Filters) ضروريّة. حيث إنّ المُرَشّحات الفعّالة تستخدم الترانزستور أو مكبّر العمليات بالإضافة للمقاومة والمكثّف وذلك للحصول على تكبير (Gain) معين لتكبير الجهد من أجل تحسين أداء المُرَشّحات عند التردّدات المنخفضة. من أهمّ ميزات المُرَشّحات الفعّالة ما يأتي:

1. عدم استخدام الملفّات أو المحاثات (Inductors).
2. الحصول على كسب فعلي يمكن التحكم به.
3. سهولة التصميم لهذه المُرَشّحات.
4. ممانعة دخل عالية تمنع تأثير الحمل الزائد (Excessive Loading) لمصادر التشغيل.
5. ممانعة خرج منخفضة بحيث يمنع تأثر المُرَشّح بالحمل (Load).

هناك أربعة أنواع رئيسة من المُرَشّحات الفعّالة سوف نقوم بدراستها، وهي:

1- مُرشّح فعَّال - تمرير التردّدات المنخفضة (Active LPF).

2- مُرشّح فعَّال - تمرير التردّدات العالية (Active HPF).

3- مُرشّح فعَّال - تمرير النطاق (Active BPF).

4- مُرشّح فعَّال - إيقاف النطاق (Active BSF).

يعتمـد أداء المُرَشّـح وعملـه علـى عـدد العناصـر الداخلـة فـي تكويـن الـدارة، وخاصّـة المكثّفـات التـي تحـدّد درجة المُرَشّـح (Filter Order)، فكلمـا زاد عـدد المكثّفـات ارتفعـت درجـة المُرَشّـح، وتحسـن أداؤه مـن حيـث إنّتقائيـة التـردّدات المـراد تمريرهـا أو منعهـا.

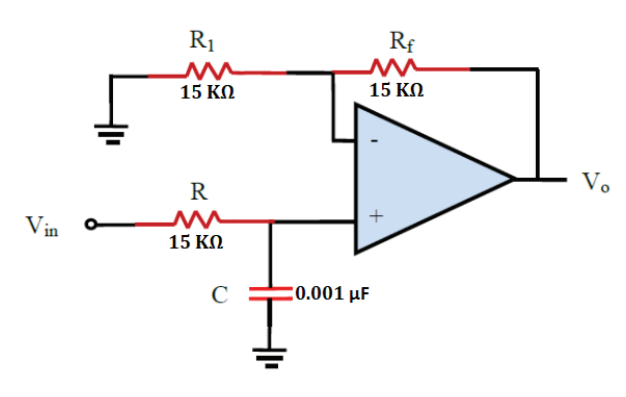
1) المُرَشّح الفعّال لتمرير التردّدات المنخفضة Active Low Pass Filter (LPF)

يعمـل المُرَشّـح علـى تمريـر الإشـارات ذات التـردّدات المنخفضـة التـي يبـدأ تردّدهـا مـن 0 Hz إلى تردّد القطع للمُرَشّـح Cut-off Frequency (f_c) وتمنع مرور الإشـارات ذات التردّدات الأعلى من تردّد القطع للمُرَشّـح.

يوضّـح الشـكل (2) دارة مُرَشّـح فعّـال لتمريـر التـردّدات المنخفضـة (Active LPF)، حيـث يتـم تحديـد تـردّد القطع f_c حسب العلاقة الآتية: $f_c = \frac{1}{2\pi RC}$

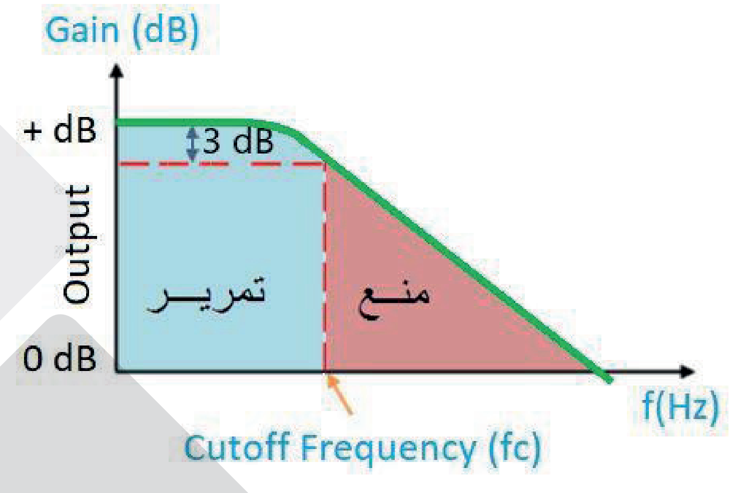
كسب المكبّر غير العاكس يساوي: $A_v = \frac{R_f}{R_1} + 1$

تعمل كلّ من المقاومة (R) والمكثّف (C) على تحديد تردّد القطع f_c الّذي يبدأ عنده إيقاف تمرير التردّدات غير المرغوب فيها. وبذلك يكون قد تمّ اختيار انتقائية المُرَشّح وضبطها. أمّا المقاومتان (R_1 ، R_f) فيتم من خلالهما تحديد الكسب للمُرَشّح الفعّال.



شكل (2): دارة مُرَشّح فعّال لتمرير التردّدات المنخفضة Active LPF

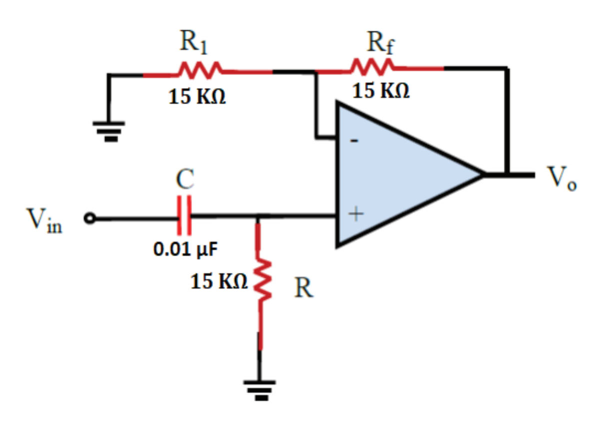
يوضّـح الشـكل (3) الاسـتجابة التردّدية للمُرَشّـح التي هـي عبـارة عـن رسـم بيانـي يمثـل كيفيّـة تغيـر معامـل التكبيـر مـع تغيـر التـردّد (Response). هنـاك طريقتـان للرسـم: إمّـا باسـتخدام الوحـدات العاديّـة لمعامـل التكبيـر للتعبيـر عـن عـدد مـرات معامـل التكبيرالمـرات، أو باسـتخدام وحـدة الديسـبل (dB).



شكل (3): الاستجابة التردّدية للمُرَشّح Active LPF

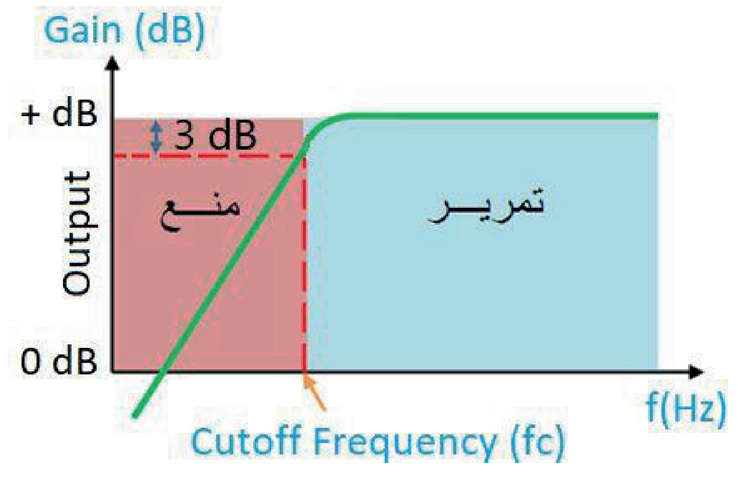
2) المُرَشّح الفعّال لتمرير التردّدات العالية Active High Pass Filter (HPF)

في المُرَشّح (Active LPF) إذا قمنا بتبديل المقاومة (R) مكان المكثّف (C) (والمكثّف مكان المقاومة) نحصل على مُرَشّح فعّال لتمرير التردّدات العالي (Active HPF)، كما هو موضَّح بالشكل (4). ويقوم عمل هذا المُرَشّح على تمرير التردّدات العالية ،التي يكون تردّدها أعلى من تردّد القطع f_c، وفي نفس الوقت يمنع مرور التردّدات المنخفضة التي تقلّ عن تردّد القطع، كما هو موضّح في الاستجابة التردّدية للمُرَشّح (شكل 5).



شكل (4): دارة مُرَشّح فعّال لتمرير التردّدات العالية (Active HPF)

يحسب تردّد القطع للمُرَشّح (Active HPF) بنفس طريقة حساب تردّد القطع للمُرَشّح (Active LPF).
يوضّح الشكل (5) الاستجابة التردّدية للمُرَشّح.



شكل (5): الاستجابة التردّدية للمُرَشّح Active HPF

3) المُرَشّح الفعّال لتمرير النطاق Active Band Pass Filter (BPF)

يستخدم المُرَشّح الفعّال لتمرير نطاق تردّدي (Active BPF) لاختيار تردّد محدّد أو نطاق تردّدي، وذلك لفصل (عزل) إشارة ذات تردّد معين، أو مجال من الإشارات الواقعة ضمن نطاق تردّدي) عن الإشارات الأخرى (التي تقع خارج هذا النطاق).

يحدّد النطاق التردّدي للمُرَشّح بين تردّدين، حيث يبدأ عند تردّد القطع الأوّل الّذي يسمّى بتردّد القطع السفليّ Lower Frequency "f_{cL}"، وينتهي عند تردّد القطع الثاني المسمى بتردّد القطع العلويّ. Higher Frequency "f_{cH}"

يمكن الحصول على مُرَشّح (Active BPF) بتوصيل مُرَشّحين على التوالي: أحدهما مُرَشّح فعّال لتمرير التردّدات العالية (Active HPF) يتبعه مُرَشّح فعّال لتمرير التردّدات المنخفضة (Active LPF) كما هو

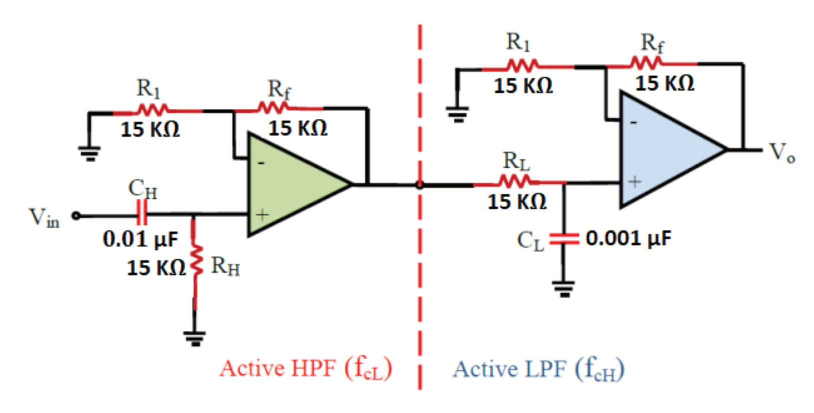
موضَّح بالشكل (6)، حيث إنّ المُرَشّح الفعّال (Active HPF) يحدّد تردّد القطع السفليّ (f_{cL})، وأما المُرَشّح الفعّال (Active LPF)، فيحدّد تردّد القطع العلويّ (f_{cH}).

يجب الملاحظة أن تردّد القطع للمُرَشّح الفعّال (Active LPF) يكون أعلى من تردّد القطع للمُرَشّح الفعّال (Active HPF)، والفرق بينهما يحدّد عرض النطاق التردّدي للمُرَشّح الفعّال (Active BPF).

يحسب كلّ من التردّد السفليّ f_{cL} والتردّد العلويّ f_{cH} (بحساب تردّد القطع لكل من المُرَشّحين، كما في المعادلتين التاليتين:

$$f_{cL} = \frac{1}{2\pi C_H R_H}$$

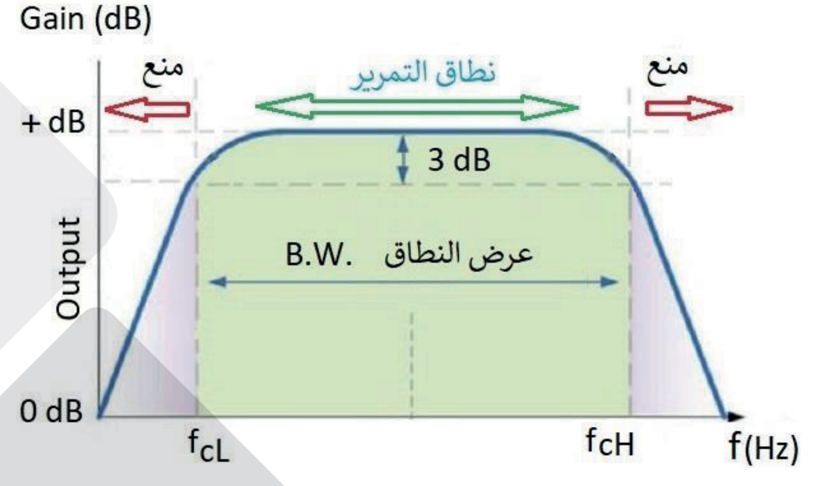
$$f_{cH} = \frac{1}{2\pi C_L R_L}$$



شكل (6): دارة مُرَشّح فعّال لتمرير نطاق تردّدي Active BPF

أما بالنسبة للاستجابة التردّدية للمُرَشّح الفعّال لتمرير نطاق تردّدي (Active BPF) فيتبين ذلك من خلال الشكل (7).

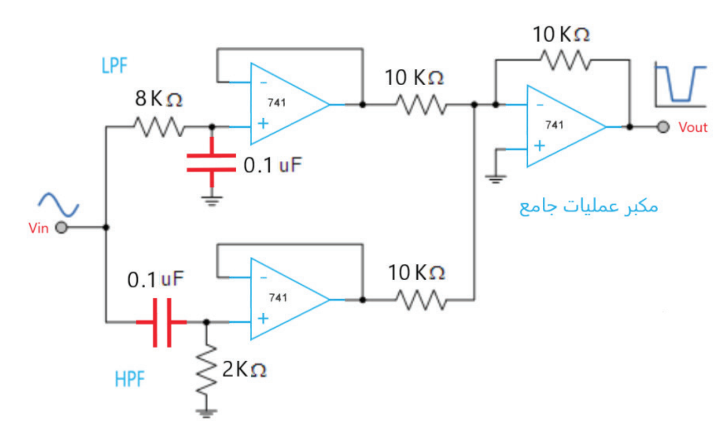
يمكن حساب عرض النطاق التردّدي (BW) من خلال المعادلة الآتية: $BW = f_{cH} - f_{cL}$



شكل (7): الاستجابة التردّدية للمُرَشّح Active BPF

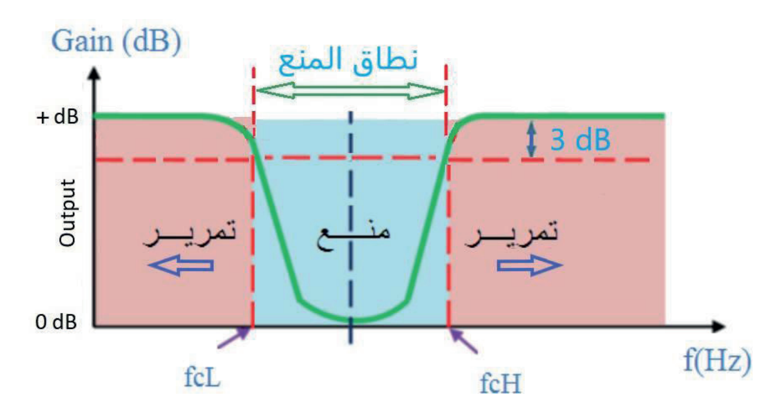
4) المُرَشّح الفعّال لإيقاف نطاق تردّدي Active Band Stop Filter (BSF)

يقوم المُرَشّح الفعّال لإيقاف نطاق تردّدي (Active BSF) على إلغاء وحذف أو منع مرور التردّدات ضمن نطاق معين، والسماح بمرور جميع التردّدات التي تقع خارج هذا النطاق. يمكن الحصول على المُرَشّح (Active BSF)، وذلك بتوصيل مُرَشّح (Active LPF) على التوازي مع مُرَشّح (Active HPF) كما هو موضَّح بالشكل (8).



شكل (8): دارة مُرَشّح فعّال لإيقاف نطاق تردّدي Active BSF

ويكون النطاق التردّدي له محصوراً بين تردّد القطع السفليّ f_{cL} وتردّد القطع العلويّ f_{cH}، حيث يكون تردّد القطع السفليّ f_{cL} محدّداً من قبل المُرَشّح (Active LPF)، وأما تردّد القطع العلويّ فيتم تحديده من قبل المُرَشّح، ويُبيّن الشكل (9) الاستجابة التردّدية للمُرَشّح (Active BSF)



شكل (9): الاستجابة التردّدية للمُرَشّح Active BSF

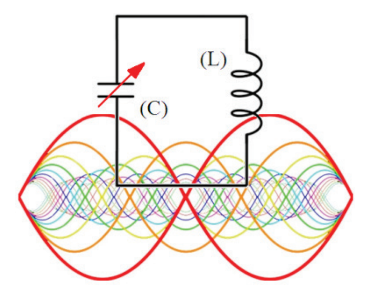
نلاحظ من الشكل (9) أن المُرَشّح (Active LPF) يعمل على تمرير التردّدات من الصفر هيرتز إلى تردّد القطع السفليّ f_{cL}، والذي يتم تحديده من خلال المقاومة R_L والمكثّف C_L كما في المعادلة (1)، أمّا المُرَشّح (Active HPF) فيعمل على تمريرالتردّدات الأعلى من تردّد القطع العلويّ f_{cH} والذي يتم تحديده من خلال المقاومة R_H والمكثّف C_H كما في المعادلة (2).

$$f_{cL} = \frac{1}{2\pi C_L R_L} \dots\dots\dots\dots (1)$$

$$f_{cH} = \frac{1}{2\pi C_H R_H} \dots\dots\dots\dots (2)$$

4-5 الموقف التعليميّ التعلميّ الرابع:

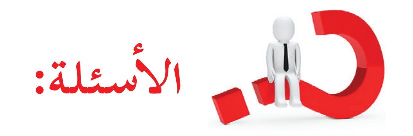
بناء دارات الرنين (Resonance Circuits) وتشغيلها



وصف الموقف التعليميّ التعلميّ: في لوحة مفاتيح جهاز الهاتف يتم توليد نغمات ذات تردّدات محدّدة، لتمثيل الأرقام المختلفة كلما تمَّ الضغط على أحدها لإجراء الاتّصالات التلفونية. أحد التردّدات الأساسيّة في لوحة المفاتيح هو التردّد 770Hz، ويتمّ استخدام دارة رنين توالي تعمل كمُرَشّح (BPF) لتمرير هذا التردّد إلى الخط الهاتفي. جاء أحد الزبائن إلى ورشة صيانة أجهزة الاتّصالات بلوحة هاتف تعليميّ تعطّلت فيها دارة الرنين المذكورة بسبب تلف المكثّف، علماً أن حثّيّة الملفّ المستخدم فيها 616 mH، والمقاومة 600 أوم.

العمل الكامل			
خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجيّة	الموارد حسب الموقف الصفي
أجمع البيانات، وأحلّلها	• أجمع البيانات من الزبون عن: • مظاهر العطل في جهاز الهاتف المعطّل. • أجمع البيانات عن: • دارات (RLC) على التوالي وعلى التوازي. • ظاهرة الرنين في دارات (RLC) بنوعيها. • تردّد الرنين وشرط تحققه وحساب قيمته.	• العمل في مجموعات. • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق (الطلب الخطّيّ للزبون، مخطّطات دارات الرنين بنوعيها التوالي والتوازي). • التكنولوجيا: شبكة الإنترنت.
أُخطِّط، وأقرِّر	• تصنيف البيانات (الممانعة، ظاهرة الرنين، تردد الرنين، أنواع دارات الرنين، العلاقات). • تحديد خطوات العمل: • إعداد مخطّط دارة رنين توالٍ وتوصيلاتها. • تحديد القيم الملائمة للعناصر في الدارة للحصول على تردد الرنين المطلوب. • تحديد طريقة كشف تردّد الرنين للدارة باستخدام جهاز مولّد الإشارة وجهاز راسم الإشارة. • حساب السعة المجهولة للمكثّف المراد استبداله.	• الحوار والمناقشة • العمل في مجموعات	• الوثائق: البيانات التي تم جمعها، مخطّطات الممانعة والتيّار لدارة رنين التوالي، المخطّط التمثيلي للدارة وعليه قيم المقاومة والملف وتردّد الإشارة المراد تمريرها (770 Hz)، معادلة تردّد الرنين (لحساب سعة المكثّف). • التكنولوجيا: الإنترنت.

أُنفِّذ	• بناء دارة رنين التوالي حسب المخطّط وحسب قيمة السعة التي تمّ حسابها للمكثّف. • ضبط مولّد الإشارة لإعطاء موجة جيبيّة ذات فولتية مناسبة (5 فولت مثلاً) وتردد منخفض نسبياً (أقل بكثير من تردد الرنين) وتوصيله بالدارة. • توصيل قناة راسم الإشارة بين طرفي المقاومة في دارة رنين التوالي وقياس اتساع إشارة الجهد. • البدء من تردّد صغير ثم زيادة التردّد باستمرار (مروراً بتردّد الرنين المطلوب وأكبر منه). • مراقبة التغير في اتساع إشارة الفولتيّة على الراسم ومن ثم تحديد تردّد الرنين (fr) للدارة (التردّد الّذي تلاحظ عنده أعلى قيمة للجهد بين طرفي المقاومة). • حساب تردّد الرنين (fr) من خلال العلاقة الرياضيّة باستخدام القيم الفعلية للعناصر (R, L, C) التي تمّ تركيبها في الدارة، ومقارنة القيمة المحسوبة لتردّد الرنين بالقيمة التي تمّ الحصول عليها بالقياس. • عمل جدول بالتردّدات واتساع إشارة الفولتيّة عند كل تردد (كما تظهر على شاشة الراسم). • عمل رسم بياني يستند إلى الجدول.	• الحوار والمناقشة. • العمل الجماعي والعلمي. • العصف الذهني.	• أجهزة ومعدات ومواد: مقاومة 600 Ω، ملف 616 mH، مكثّف بالسعة المحسوبة، سلك معزول لعمل ملف بالقيمة المطلوبة إذا تعذر توفيره جاهزاً في المشغل، مولّد إشارة، راسم إشارة، لوحة تجميع، أسلاك وأدوات توصيل، البدائل المتاحة في المشغل من ملفّات ذات حثيات مختلفة، والمكثّفات التي تشكل معها دارة رنين توالي عند التردّد المطلوب 770 Hz. • ملاحظة: يمكن استخدام قيم مختلفة للعناصر حسب ما هو متوفر لكي تحقق ظاهرة الرنين. • التكنولوجيا: الإنترنت.
أَتحَقَّق	• أتحقق من ظاهرة الرنين عند التردد المطلوب. • أتحقق من البدائل المختلفة من المكثفات والملفات. • تقييم إجراءات السلامة.	• البحث العلمي.	• الوثائق: المخططات • أجهزة: DMM. • التكنولوجيا: الإنترنت.
أوثّق، وأقدّم	• رسم مخطّط الدارة لمضخّم العمليات العاكس. • توثيق حساب تردّد الرنين. • توثيق نتائج العمل على شكل جدول للتردّدات واتساع إشارة الفولتيّة بين طرفي المقاومة. • توثيق النتائج على شكل تمثيل بياني يوضّح ظاهرة الرنين وتردّد الرنين للدارة. • عرض ما تم إنجازه. • إعداد ملف بالحالة (بناء دارات الرنين وتشغيلها).	• النقاش في مجموعات. • التعلم التعاوني.	• التكنولوجيا: حاسوب، أجهزة عرض. • قرطاسية، منصة عرض.
أقوِّم	• رضا الزبون عن نتائج الفحص والاستبدال. • مطابقة المعايير والمواصفات. • تقييم إجراءات السلامة والسلوك المهني.	• الحوار والمناقشة.	• الوثائق: أدلة التشغيل والصيانة للجهاز الّذي تمت صيانته. • التكنولوجيا: الإنترنت.



الأسئلة:

1. **علل:** كلما زاد التردّد المستخدم في دارة (RLC) يصبح تأثير الملفّ أكثر وضوحاً في الدارة (وتسمّى دارة حثّيّة)، وكلما قل التردّد المستخدم يصبح تأثير المكثّف أكثر وضوحاً (وتسمّى دارة سعوية).

2. كيف تفسر حالة مرور تيّار في كلّ من الملفّ والمكثّف أعلى من التيّار الرئيسي للدارة (تيّار المصدر) في دارة رنين التوازي (Parallel Resonance)؟ وكذلك حالة وجود فرق جهد بين طرفي الملفّ وبين طرفي المكثّف أكبر من فرق الجهد بين طرفي المصدر في دارة رنين التوالي (Series Resonance)؟



أتعلَّم:

دارات الرنين (Resonance Circuits)

نشاط (1)



ارجع إلى شبكة الإنترنت، وابحث في تطبيقات دارات الرنين في أجهزة الاتّصالات المختلفة.

1) ظاهرة الرنين (Resonance):

الرنين هو ظاهرة تحوّل الطاقة المختزنة في عناصر الدارة الكهربائيّة (دارة RLC) من شكل إلى آخر (مجال كهربائيّ في المكثّف، ومجال مغناطيسيّ في الملف) بصورة تذبذبية. ويشترط لحدوثها:

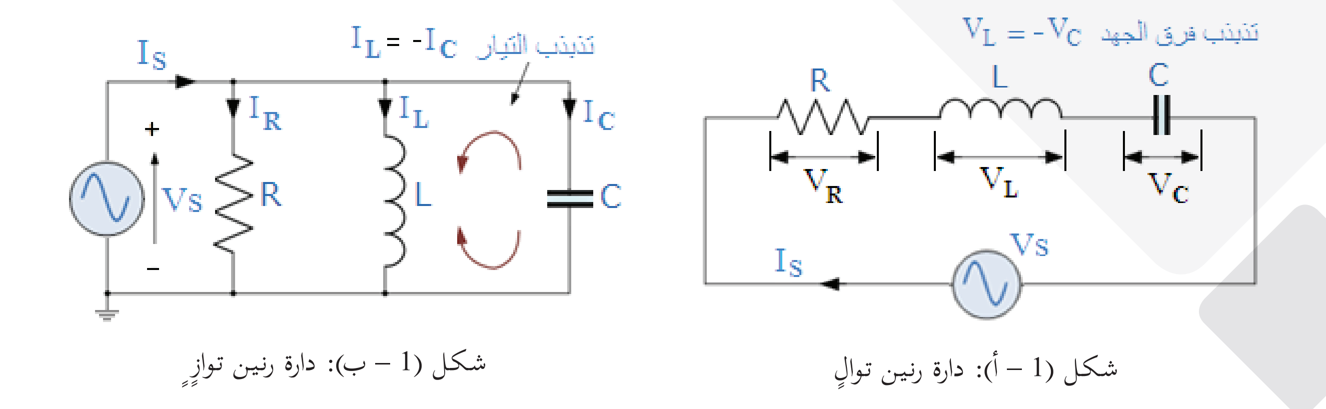
1. أن تحتوي الدارة الكهربائيّة على مكثّف واحد على الأقلّ، وملف واحد على الأقلّ.
2. أن تغذّى الدارة بتيّار كهربائيّ متناوب يمكن ضبط تردّده عند قيمة التردّد المطلوب (fr).
3. أن تتساوى المفاعلة السعويّة (X_c) مع المفاعلة الحثّيّة (X_L) من حيث القيمة، بحيث تلغي إحداهما تأثير الأخرى للحصول على حمل أوميّ محض.

2) أنواع دارات الرنين:

دارة الرنين هي دارة (RLC) قيم عناصرها تحقق شرط الرنين بالنسبة للتردّد المحدّد. انظر إلى (شكل 1)، وحاول تقسيم دارات الرنين حسب توصيل عناصرها. هل لاحظت أنها تقسم إلى نوعين:

1. دارة رنين توالٍ (Series Resonance): وتتكوّن من مكثّف، وملف، ومقاومة موصولة على التوالي مع مصدر الجهد المتناوب (شكل 1 - أ).

2. دارة رنين توازٍ (Parallel Resonance): وتتكوّن من مكثّف، وملف، ومقاومة موصولة على التوازي مع مصدر الجهد المتناوب (شكل 1 - ب).



شكل (1 – أ): دارة رنين توالٍ

شكل (1 – ب): دارة رنين توازٍ

3) تردّد الرنين (Resonance Frequency):

تذكر أن كلاً من المفاعلة السعويّة للمكثّف (X_C) والمفاعلة الحثّيّة للملفّ (X_L) تعتمدان على تردّد إشارة مصدر التغذية في الدارة الكهربائيّة، وبالتالي فإنّ قيمة كلّ منهما تختلف كلما غيرنا تردّد إشارة المصدر في الدارة، حيث:

$$X_L = 2\pi f_L$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

ويسمّى التردّد الّذي يتحقق عنده شرط تساوي المفاعلة السعويّة X_C والمفاعلة الحثّيّة X_L في الدارة الكهربائيّة تردّد الرنين لتلك الدارة: $X_L = X_C$

أي أن:

$$2\pi fL = \frac{1}{2\pi fC}$$

قم بحل المعادلة السابقة لتجد تردّد الرنين fr بدلالة كلّ من L وC في دارات (RLC) بشكل عام:

$$fr = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

حيث:

fr: هو تردّد الرنين بالهيرتز (Hz)، ويرمز له أيضاً بالرمز f_o

L: حثّيّة الملفّ بالهنري (H)

C: سعة المكثّف بالفاراد (F)

وعند تردّد الرنين يكون تيّار الدارة (تيّار المصدر) معتمداً فقط على قيمة المقاومة R، وبتغيير قيمة (R) يمكننا التحكم بقيمة هذا التيّار.

4) خصائص دارة رنين التوالي (RLC Series Resonance Circuit):

فيما يأتي بعض الخصائص الأساسيّة لدارات (RLC) الموصولة على التوالي عند تردّد الرنين:

1. تكون المفاعلة الحثّيّة والمفاعلة السعويّة متساويتين في القيمة؛ ولذلك تلغي كلّ منهما تأثير الأخرى، أيّ أن الدارة تتصرف وكأن الحمل فيها هو حمل أوميّ فقط، فتكون:

$$X_L = X_C \longrightarrow X_L - X_C = 0$$

2. تكون ممانعة الدارة عند تردّد الرنين أقلّ ما يمكن، وهي ممانعة أوميّة خالصة (مقاومة)، حيث:

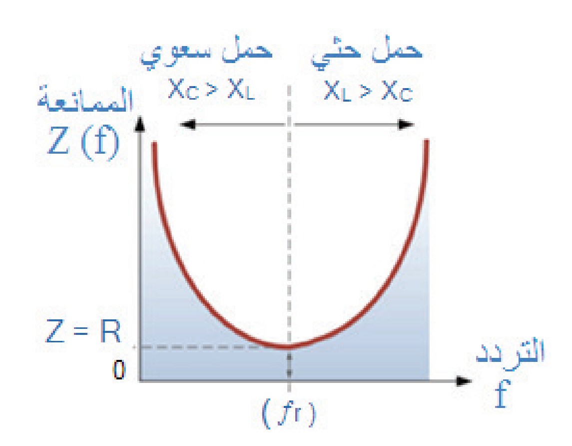
$$Z = \sqrt{R^2 + (XL - XC)^2}$$ (العلاقة للاطلاع فقط)

$$Z = R \longrightarrow$$

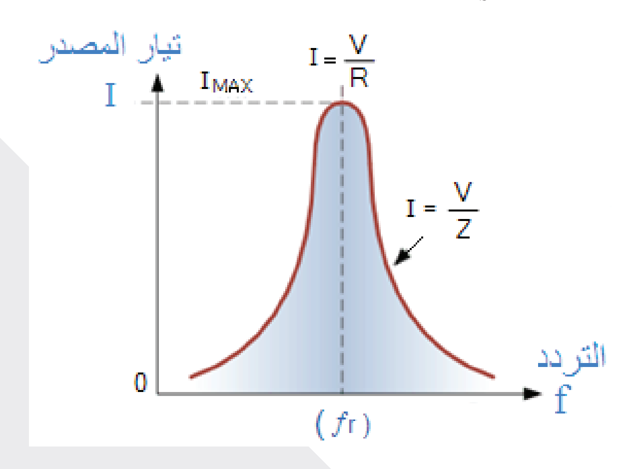
أي أن الممانعة الكلية (Z) لمجموعة العناصر (R، L، C) تكون أعلى عند التردّدات الأخرى التي تزيد أو تقلّ عن تردّد الرنين (شكل 2 - أ)، بينما تصل هذه الممانعة إلى أقلّ قيمة لها (Z = R) عند تردّد الرنين.

3. عند تردّد الرنين يكون تيّار المصدر (I_S) أعلى ما يمكن (قيمة التيّار (I_S) عند تردّد الرنين أعلى من قيمة (I_S) عند التردّدات الأخرى التي تزيد أو تقلّ عن تردّد الرنين. لماذا؟ شكل (2 - ب).

$$I_S = V/R \longrightarrow I_S = V/Z$$



شكل (2 – أ): مخطط الممانعة في دارة رنين التوالي



شكل (2 – ب): مخطط التيار في دارة رنين التوالي

يمكن حساب فروق الجهد للعناصر المختلفة في الدارة كما يأتي:

$$V_R = I.R \; ; \; V_L = I.X_L \; ; \; V_C = I.X_C$$

ويمكننا اعتبار المكثّف والملف (معاً) وكأنهما دارة قصر (Short Circuit)؛ لذا يكون فرق الجهد بين طرفي المقاومة مساوياً جهد المصدر (ارسم الدارة المكافئة لدارة (RLC) توالٍ في حالة الرنين):

$$V_R = V_S$$

بينما قد يصل فرق الجهد بين طرفي كلّ من الملفّ والمكثّف إلى قيمة أعلى بكثير من جهد المصدر، ويكون:

$$V_L = - V_C$$

5) خصائص دارة رنين التوازي (Parallel Resonance RLC Circuit):

1. تكون المفاعلة الحثّيّة والمفاعلة السعويّة متساويتين في القيمة؛ ولذلك تلغي كلّ منهما تأثير الأخرى، أيّ أن الدارة تتصرف وكأن الحمل فيها هو حمل أوميّ فقط، فتكون:

$$X_L = X_C \longrightarrow X_L - X_C = 0$$

2. تكون ممانعة الدارة عند تردّد الرنين أعلى ما يمكن، وهي ممانعة أوميّة خالصة (مقاومة)، حيث:

$$Z = \frac{1}{\sqrt{(\frac{1}{R})^2+(\frac{1}{XL}-\frac{1}{XC})^2}}$$

(العلاقة للاطلاع فقط)

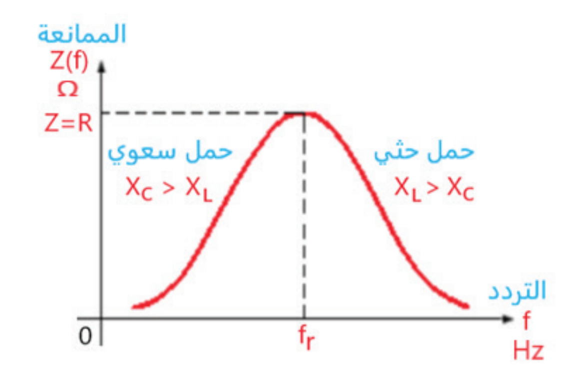
قم بحل المعادلة السابقة لتجد قيمة الممانعة Z لدارة (RLC) توازٍ في حالة الرنين:

$$\longrightarrow Z = R$$

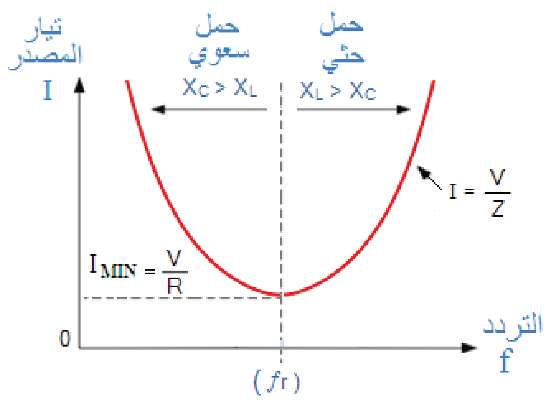
أيْ أنَّ الممانعة الكليَّة (Z) لمجموعة العناصر (R, L, C) تكون أقلّ عند الترددُّات الأخرى، التي تزيد أو تقلّ عن تردُّد الرَّنين (شكل 3 - أ)، بينما تصل أعلى قيمةٍ لها (Z= R) عند تردُّد الرَّنين.

3. عند تردّد الرنين يكون تيّار المصدر (I_S) أقلّ ما يمكن (قيمة التيّار (I_S) عند تردّد الرنين أقلّ من قيمة (I_S) عند الترددات الأخرى التي تزيد أو تقلّ عن تردّد الرنين. لماذا؟ (شكل 3 - ب):

$$I_S = V/ Z \longrightarrow I_S = V/ R$$



شكل (3 – أ): مخطط الممانعة في دارة رنين توازٍ



شكل (3 – ب): مخطط التيار في دارة رنين توازٍ

4. يمكن حساب التيّارات في الدارة كما يأتي:

$$I_C = \frac{V}{X_C}\ ;\ I_L = \frac{V}{X_L}\ ;\ I_R = \frac{V}{R}$$

ويمكننا اعتبار المكثّف والملف (معاً) وكأنهما دارة مفتوحة (Open Circuit)؛ لذا يكون تيّار المقاومة مساوياً تيّار المصدر. (ارسم الدارة المكافئة لدارة (RLC) توازٍ في حالة الرنين):

$$I_R = I_S$$

بينما قد يصل كلّ من تيّار الملفّ وتيّار المكثّف إلى قيمة أعلى بكثير من تيّار المصدر، ويكون:

$$I_L = - I_C$$

5. أهمِّيَّة دارات الرنين وتطبيقاتها العمليّة:

ظاهرة الرنين تجد لها تطبيقات كثيرة في المجالات الهندسيّة ومجالات الاتِّصالات، فهي التي تمكننا من تمييز تردّد محدّد، وانتخابه من بين مجموعة من التردّدات، فمثلاً يعتمد عليها عمل مُرَشّحات تمرير النطاق (Band Pass Filters- BPF) التي تقوم باختيار القنوات المرغوبة في أجهزة الاستقبال الراديويّة والتلفزيونية.

مثال: دارة رنين توالٍ

في لوحة المفاتيح في جهاز هاتف الكبسات يتم توليد نغمات ذات تردّدات محدّدة لتمثيل الأرقام المختلفة في اللوحة، كلما تمَّ الضغط على أحد تلك الأرقام عند إجراء الاتِّصالات التلفونية. أحد التردّدات الأساسيّة المستخدمة لهذا الهدف هو التردّد 770Hz، ويتمّ استخدام دارة رنين توالٍ (لتعمل كمُرَشّح BPF) من أجل تمرير هذا التردّد إلى الخط الهاتفي، (شكل 4).

شكل (4): دارة رنين توالٍ كمرشح تمرير نطاق BPF في لوحة مفاتيح هاتف الكبسات

فإذا علمت أن حثّيّة الملفّ المستخدم هي 616 mH، والمقاومة 600 Ω فما سعة المكثّف المطلوب؟

الحل:

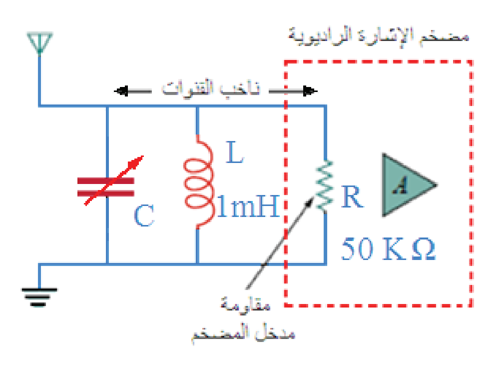
لتحقيق شرط الرنين يجب أن يكون:

$$fr = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$\rightarrow C = \frac{1}{4\pi^2 f_o{}^2 L} = \frac{1}{4\pi^2 * (770)^2 * 0.616} = 69.36\ nF$$

مثال: **دارة رنين توازٍ (ناخب قنوات AM)**

يتألف ناخب القنوات الإذاعيّة في جهاز الاستقبال الراديويّ (AM) من دارة رنين توازٍ كالمبيّنة في (شكل 5)، فإذا تمّ استخدام ملف حثيته $L = 1mH$ ومكثّف هوائيّ مُتغيِّر (C)، وعلمت أن المدى الترددي لقنوات (AM) يتراوح بين 540 KHz و1600 KHz فما مدى قيم المكثّف المُتغيِّر (C) المطلوب للحصول على حالة الرنين عند أية قناة يتم اختيارها (ولجميع القنوات) الواقعة ضمن مدى (AM) المذكور؟



شكل (5): دارة رنين توازٍ كناخب للقنوات في جهاز استقبال إذاعي (AM)

الحل:

تكون الدارة في حالة رنين إذا تحقق الشرط التالي:

$$fr = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

أ- نحسب السعة المطلوبة للمكثّف عند استقبال القناة الإذاعيّة 1600 KHz

$$fr_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_1}}$$

$$1600 \times 10^3 = \frac{1}{2\pi\sqrt{1x10^{-3} * C_1}}$$

$$(1600 \times 103)^2 = \frac{1}{4\pi^2 x1x10^{-3} * C_1}$$

$$\rightarrow C_1 = \frac{1}{4\pi^2 x1x10^{-3} * (1600 \times 10^3)^2} = 9.9 \text{ pF}$$

ب- نحسب السعة المطلوبة للمكثّف عند استقبال القناة الإذاعيّة 540 KHz

$$fr_2 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_2}}$$

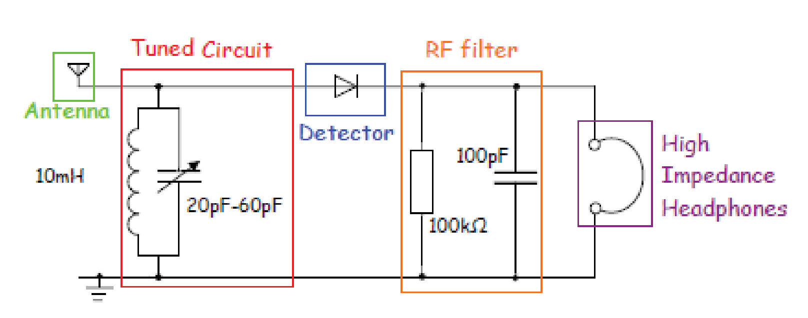
$$540 \times 10^3 = \frac{1}{2\pi\sqrt{1x10^{-3} * C_2}}$$

$$(540 \times 103)^2 = \frac{1}{4\pi^2 x1x10^{-3} * C_2}$$

$$\rightarrow C_2 = \frac{1}{4\pi^2 x1x10^{-3} * (540 \times 10^3)^2} = 86.7 \text{ pF}$$

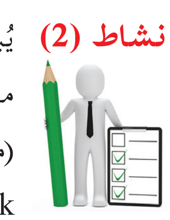
مما سبق نستنتج أن المكثّف المطلوب هو مكثّف مُتغيِّر تتراوح سعته بين 9.9 PF و 86.7 PF. إن حالة الرنين تجعل الملفّ والمكثّف معاً يعملان كدارة مفتوحة، فلا يمرّ فيها أيّ تيّار؛ مما يجعل إشارة التردّد المرغوب (تردّد الرنين) تصل كاملة إلى مدخل المرحلة اللاحقة ليتم تضخيمها، بينما التردّدات الأخرى لا تصل مدخل المُضَخّم إلا بشكل ضعيف.

ويُبيِّن (شكل 6) دارة ناخب القنوات لجهاز استقبال إذاعيّ بسيط يعمل ضمن تردّدات (AM)، جد المدى التردّدي للقنوات التي يستطيع هذا الجهاز استقبالها.

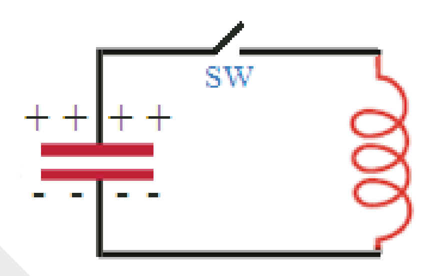


شكل (6): دارة رنين توازٍ كناخب قنوات في جهاز استقبال إذاعي AM بسيط

نشاط (2)

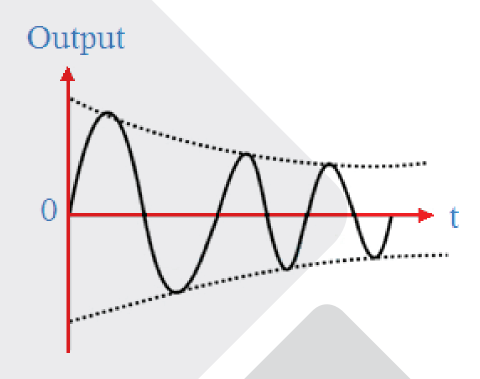


يُبيِّن الشكل المجاور (شكل 7) دارةً بسيطة مكوَّنةً من مكثّف مثاليّ مشحون تمّ وصله بين طرفي ملفّ مثاليّ (مقاومة أسلاكه مهملة). تُسمَّى هذه الدّارة (دارة الخزّان LC-Tank). انظر إلى الشكل، وأجب عن الأسئلة الآتية:



شكل (7): دارة خزان LC

1. ما شكل الطّاقة المختزنة في المكثّف (C)؟
2. ما الّذي يحدث لحظة إغلاق المفتاح (SW)؟
3. ما شكل الطّاقة التي يتمُّ اختزانها في الملفّ (L)؟
4. هل الطّاقة المختزنة في أيٍّ من العنصرين ثابتة أم مُتغيِّرة القيمة؟ ماذا عن مجموع الطّاقة المختزنة فيهما معاً؟
5. ما العلاقة بين تيّار المكثّف وتيّار الملفّ من حيث القيمة والاتّجاه؟
6. في التطبيق العمليّ للدّارة ما الّذي يمنع استمرار التّذبذب إلى الأبد، انظر (شكل 8)؟



شكل (8): تلاشي الطاقة المختزنة في دارة خزان LC العملية

لاحـظ أنَّـه: عنـد تغذيـة دارة الخـزّان بمصـدرٍ للجهـد المتنـاوب كمـا فـي شـكل (9) فإنَّنـا نحصـل علـى (دارة رنيـن تـوازٍ).

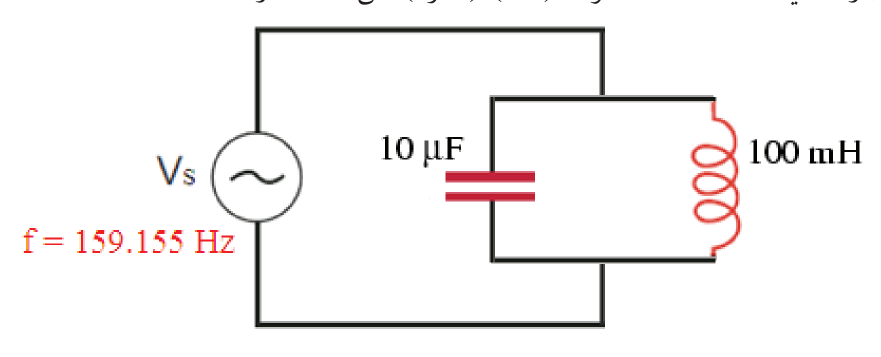
أمعن النظر في الدّارة (شكل 9) ثمّ، أجب عن الأسـئلة الآتية:

أ- احسب كلاً من المفاعلة الحثّيّة للملفّ (XL) والمفاعلة السعويّة للمكثّف (XC).

ب- هل الدّارة في حالة رنين؟ لماذا؟

ج- بما أن (XL) و(XC) موصولتان على التوازي وتأثيرهما متعاكس، فما قيمة الممانعة المكافئة لهما؟

د- ما قيمة التيّار الّذي تسحبه المجموعة (LC) (نظريّاً) من المصدر؟



شكل (9): دارة رنين توازٍ LC



5-5 الموقف التعليميّ التعلميّ الخامس:

بناء دارة مذبذب غير مستقرّ باستخدام الرقاقة 555

وصف الموقف التعليميّ التعلميّ: حضر أحد الزبائن إلى ورشة صيانة إلكترونيّة، ومعه جهاز معطَّل يعمل كعاكس للقدرة الكهربائيّة (Inverter) يشتغل على بطارية سيارة (12 V DC) لتزويد المستخدم بجهد متناوب مقداره (220 V AC)، وطلب إصلاح الجهاز. بعد الفحص والمعاينة، أفاد فنّيّ الصيانة بأن الخلل هو في المذبذب عديم الاستقرار (Astable Oscillator) الذي يستخدم مؤقّتاً زمنيّاً (Timer 555) في الدارة.

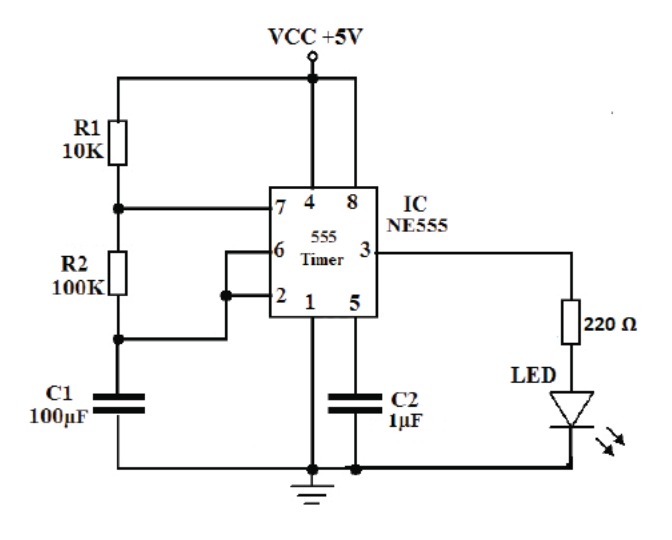
العمل الكامل			
خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية (استراتيجية التعلم)	الموارد حسب الموقف الصفي
أجمع البيانات وأحللها	• جمع بيانات من الزبون عن: • طبيعة العطل في جهاز عاكس القدرة. • الحمل الذي كان يغذيه العاكس المعطل، وهل ان الاحمال عليه وقدرتها تتناسب مع قدرة خرج العاكس؟ • وجود حرارة زائدة ورائحة حرق تصدر عن العاكس عند تشغيله. • وجود مناطق داكنة واخرى سوداء حول بعض اطراف الرقاقة 555 وسوء توصيل (فك لحام) لاطراف اخرى. • تعرّض العاكس الى صدمات ميكانيكية. • جمع بيانات عن: • المذبذب عديم الاستقرار. • المؤقت الزمني (Timer 555). • استخدام دارة المذبذب عديم الاستقرار في دارة العاكس الكهربائي Inverter.	• التعلم التعاوني (مجموعات عمل). • الحوار والمناقشة. • العصف الذهني (استمطار الافكار).	• الوثائق: (طلب الزبون الخطي (وصف المهمة)، أوراق البيانات Data Sheets للمؤقت المستخدم NE555، كتب علمية متخصصة وحديثة حول أساسيات المذبذب عديم الاستقرار و المؤقت الزمني (Timer 555)، نماذج توثيق العمل). • التكنولوجيا: (مواقع إلكترونية تعليمية وفيديوهات عن أساسيات المذبذب عديم الاستقرار و المؤقت الزمني (Timer 555).

أخطط وأقرر	• أصنف البيانات عن (بناء دارة مذبذب غير مستقر باستخدام الرقاقة 555). • أحدد خطوات العمل: • مناقشة جميع المعلومات التي تم جمعها. • رسم المخطط الكهربائي المنوي تنفيذه (دارة مذبذب عديم الاستقرار يحتوي على مؤقت زمني (Timer 555) وتوضع عليه كافة المعلومات اللازمة. • تحديد أطراف التغذية للعناصر المستخدمة وفولتيات التشغيل، حيث تحدد أطراف التغذية بالاستعانة بأوراق البيانات Data Sheet للقطع الإلكترونية المستخدمة وبجهاز DMM. • الاتفاق على مراحل بناء دارة المذبذب عديم الاستقراء باستخدام الرقاقة 555. • تحديد العدد والمواد والأجهزة اللازمة للعمل. • إعداد جدول زمني للتنفيذ.	• العصف الذهني. • الحوار والمناقشة. • بحث علمي.	• الوثائق: (نموذج جدولة وقت تنفيذ المهام، أوراق البيانات Data Sheets للمؤقت المستخدم NE555). • التكنولوجيا: (جهاز كمبيوتر).

أنفذ	• اوزع العدد والمواد والأجهزة • اقوم بإنجاز المهمة والتي تشمل الآتي: 1. انفذ المخطط الكهربائي (شكل 1) على لوحة توصيل (Breadboard). 2. اشاهد اضاءة وانطفاء الثنائي الباعث للضوء LED في مخرج الدارة. 3. اشاهد إشارة الخرج على جهاز راسم الإشارة وارسمها. 4. استبدل دارة المذبذب عديم الاستقرار التالفة من لوحة الزبون (Inverter) باخرى سليمة. 5. استخدم كاوي لحام القصدير بحذر واحرص على جودة اللحام، اتجنب وجود أي دارة قصر بين أطراف عناصر اللوحة. 6. افحص عمل الدارة.	• عمل جماعي تعاوني منظم. • العصف الذهني. • الحوار والمناقشة.	• اجهزة ومعدات: مصدر جهد مستمر (+5V DC). • متكاملة المؤقت (EN555). • مقاومات نصف واط. • ($R1=10K\Omega$, $R2 = 100K\Omega$). • مكثفات ($C1 = 100\mu F$, $C2= 1\mu F$). • ثنائي مشع للضوء LED. • جهاز قياس (DMM). • جهاز راسم إشارة. • لوحة توصيل (Breadboard). • اسلاك معزولة للتوصيل، حقيبة عدة. • كاوي لحام قصدير، وشحمة Flux. • التكنولوجيا: (مواقع إلكترونية تعليمية عن المذبذب (Timer 555).
أتحقق	• اتحقق من: (عمل المذبذب بمشاهدة إشارة خرج المذبذب على شاشة الراسم ومطابقتها لمواصفات اشارة خرج المذبذب عديم الاستقرار). • اتاكد من: (تشغيل لوحة الزبون (العاكس) والتاكد من عملها (بعد استبدال المذبذب التالف) في تحويل التيار المستمر إلى تيار متناوب، قياس الفولتية في مخرج عاكس القدرة والتي يجب ان تكون حوالي 220V).	• العصف الذهني. • الحوار والمناقشة.	• الوثائق: (قائمة التدقيق الخاصة بالتحقق من خطوات العمل، بيانات المؤقت الزمني 555 المستخدم (Data Sheets). • اجهزة ومعدات: (ساعة قياس رقمية DMM، جهاز راسم اشارة). • التكنولوجيا: (مواقع انترنت خاصة بتركيب المذبذب (Timer 555).

أوثق وأعرض	• اوثّق نتائج العمل الكامل: (الخّص كل ما تم عمله من البداية إلى النهاية خطيّا على شكل خطوات متسلسلة منطقياً، ادوّن النتائج والقراءات والقيم المقاسة والملاحظات المختلفة عن: بناء دارة مذبذب غير مستقر باستخدام الرقاقة 555). • اعرض ما تم انجازه. • اعدّ ملف بالحالة: (بناء دارة مذبذب غير مستقر باستخدام الرقاقة 555).	• النقاش في مجموعات. • لعب الادوار.	• التكنولوجيا: (أجهزة عرض، جهاز كمبيوتر، الإنترنت). • قرطاسية، منصة عرض.
أقوم	• رضا الزبون عن استبدال دارة المذبذب عديم الاستقرار في دارة العاكس (Inverter). • مطابقة دارة المذبذب عديم الاستقرار في دارة العاكس التي تم بناؤها للمواصفات والمعايير.	• حوار ومناقشة. • البحث العلمي (ادوات التقويم الاصيل.	• الوثائق: (ورقة العمل الخاصة بالتقييم ومناهج التقييم، منهجيات التقييم المتنوعة، طلب الزبون، نماذج التقويم، بيانات المؤقت الزمني 555 المستخدم (Data Sheets). • التكنولوجيا: (الشبكة الإلكترونية (الإنترنت)).

المخطّط الكهربائيّ



شكل (1): دارة مذبذب غير مستقرّ يستخدم الرقاقة 555



الأسئلة:

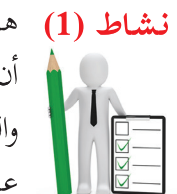
1. لماذا لا يمكن فحص المؤقّت 555 باستخدام جهاز القياس DMM؟
2. هل يُشترط معرفة أطراف المؤقّت 555 قبل القيام بتثبيته على اللوحة الإلكترونيّة؟
   علّل إجابتك إذا كانت الإجابة بنعم.



أتعلّم:

الرقاقة 555 والمذبذب عديم الاستقرار

نشاط (1)



هل فكرت يوماً بدارة متكاملة (IC) يمكن أن تساعدك في تنفيذ عشرات التطبيقات والمشاريع؟ هل سمعت بالمذبذب؟ وهل عرفت تطبيقاته العمليّة؟ إذا كنت قد سمعت بكل ذلك فلا بد أنك قد سمعت بالرقاقة الإلكترونيّة 555 التي تعرف أيضاً بالمؤقّت الزمنيّ 555 (شكل 2)، فما قصة هذه الرقاقة؟



شكل (2): الرقاقة الإلكترونيّة 555

المذبذبات (Oscillators)

يعرف المذبذب بأنه: دارة إلكترونيّة تقوم بتوليد إشارات كهربائيّة بأشكال مختلفة، وبتردّدات محدّدة أو متغيرة، وذات درجة ثبات عالية، دون أن يكون لها دخل سوى مصدر التغذية.

يوجد العديد من دارات المذبذبات مثل: مذبذب يعتمد على دائرة مقاومة ومكثّف (RC Oscillator) ومذبذب الرنين (Resonance) والمذبذبات البلورية (Crystal Oscillator) وغيرها، وسنقتصر في حديثنا هنا على المذبذبات التي تستخدم المؤقّت 555 (Timer 555) ولا سيما المذبذب عديم الاستقرار (Astable Oscillator).

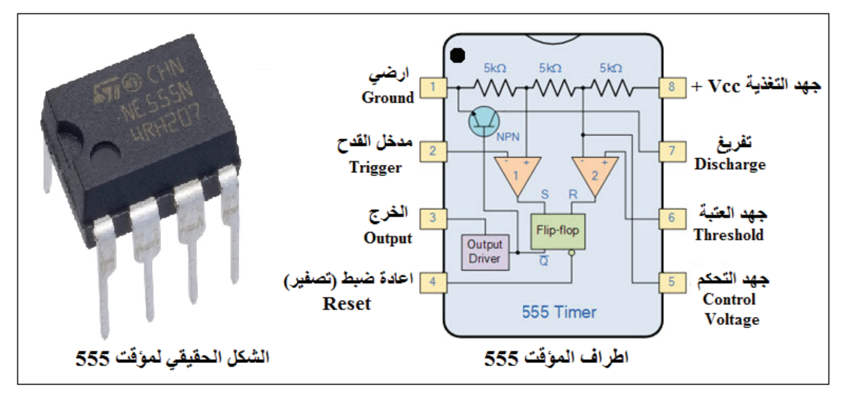
التطبيقات العمليّة للمذبذبات

تستخدم المذبذبات بمختلف أنواعها في تطبيقات لا حصر لها، ولكن استخدامها الأكثر في مجال أنظمة الاتّصالات المختلفة، حيث تُستخدم في أجهزة الإرسال كمولّداتٍ لحاملات (Carriers) إشارات المعلومات، وفي أجهزة الاستقبال كمذبذباتٍ محليَّة (Local Oscillators) للعمل على اختيار القنوات المراد استقبالها. تستخدم كذلك في أنظمة القدرة الكهربائيّة لتحويل التيار المستمرّ (DC) إلى تيار متناوب (AC)، والتحكم كذلك بالآلات والمحركات الكهربائيّة.

وتستخدم في المُعَدّات الطبّيّة لتوليد مختلف أنواع الإشارات الكهربائيّة، والذبذبات فوق الصَّوتيَّة، وبعض أنواع الأشعة، وكذلك في دارات الكشف الخاصَّة بها. كما تستخدم في أنظمة القياس لتصنيع مختلف أنواع المجسّات أو الحسّاسات (Sensors) التي تحوّل مختلف أنواع الكمّيّات الفيزيائية كالضغط والشد والرطوبة ودرجة الحرارة وغيرها إلى إشارات كهربائيّة يسهل معالجتها وتخزينها باستخدام الدارات الإلكترونيّة.

المؤقّت الزمنيّ 555 (Timer 555)

هو عبارة عن دارة متكاملة (IC) ذات ثمانية أطراف، كما هو مبين في شكل (3)، سمي بهذا الاسم (555) لاحتوائه على ثلاث مقاومات، قيمة كل منها تساوي 5 كيلو أوم، انظر شكل (3).



شكل (3): المؤقّت 555 – الشكل الحقيقي والأطراف

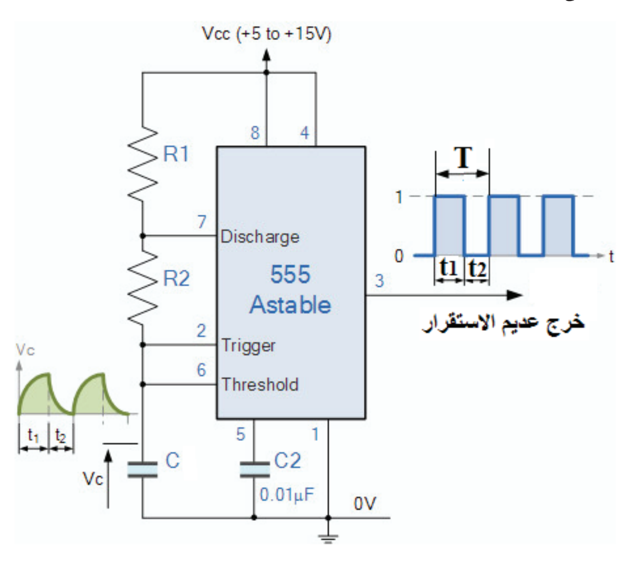
يمتاز المؤقّت 555 بسهولة استعماله، ورخص ثمنه، بالإضافة إلى إمكانيّة استخدامه في الكثير من التطبيقات المذهلة، فعلى سبيل المثال لا الحصر، يكثر استخدامه بكفاءة في دارات:

- توليد نبضات الساعة الرقميّة (Digital Clock).
- الفلاشر (Flasher).
- الإنذار (Siren).
- التوقيت (One-Shot Timer).
- توليد الأشكال الموجية المختلفة مثل الشكل الموجى الجيبي والمربع والمثل.
- إشارات المرور الضوئية.
- كاشف الضوء وكاشف المعادن.
- ويمكن للمؤقّت 555 أن يستعمل كمذبذب بأحد الأنواع الثلاثة الآتية:
- مذبذب أحاديّ الاستقرار (Monostabl Multivibrator).
- مذبذب ثنائيّ الاستقرار (Bistable Multivibrator).
- مذبذب عديم الاستقرار (Astable Multivibrator).

وسيقتصر حديثنا على النوع الثالث من المذبذبات (المذبذب عديم الاستقرار) وهو الأكثر شهرة وأهمِّيَّة نظراً لاستعماله في دارات وتطبيقات كثيرة.

مبدأ العمل

عند توصيل التغذية للدارة العمليّة للمذبذب عديم الاستقرار تظهر إشارة رقميّة على الخرج. كما يبدو في شكل (4)، ومنها يمكن تسجيل الملاحظات الآتية:



شكل (4): دارة مذبذب عديم الاستقرار باستخدام المؤقّت 555

t1: هي الفترة الزمنيّة التي يكون فيها جهد الخرج مرتفعا (high)، وتعتمد بشكل أساسيّ على الثابت الزمنيّ لدارة الشحن $(R_1 + R_2)\ C$ حيث:

$$T_{high} = 0.693\ (R_1+R_2)C$$

t2: هي الفترة الزمنيّة التي يكون فيها جهد الخرج منخفضا (low)، وتعتمد بشكل أساسيّ على الثابت الزمنيّ لدارة التفريغ (R_2C) حيث:

$$T_{low} = 0.693\ R_2C$$

T: هو الزمن الدوري للموجة المربّعة (الرقميّة) الناتجة ويساوي مجموع زمني t1 وt2 حيث:

$$T = T_{high} + T_{low} = (0.693\ (R_1+R_2)\ C) + (0.693\ R_2C) = 0.693\ (R_1+2\ R_2)\ C$$

وعليه، فإنَّ قيمة تردّد موجة الخرج الرقميّة f يساوي:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.693(R1 + 2\ R2)C} = \frac{1.44}{(R1 + 2\ R2)C}$$

مـن المعـادلات أعـلاه نلاحـظ أن الزمـن T_{high} والزمـن T_{low}، وبالتالـي الزمـن الـدوري T والتـردّد f لإشـارة خـرج المذبـذب عديـم الاسـتقرار تعتمـد جميعهـا علـى قيـم R1 و R2 و C فـي الـدارة.

دورة التشغيل (Duty Cycle):

هي النّسبة بين زمن النَّبضة (T_{high}) إلى زمن الدَّورة الكاملة (الزّمن الدَّوري T):

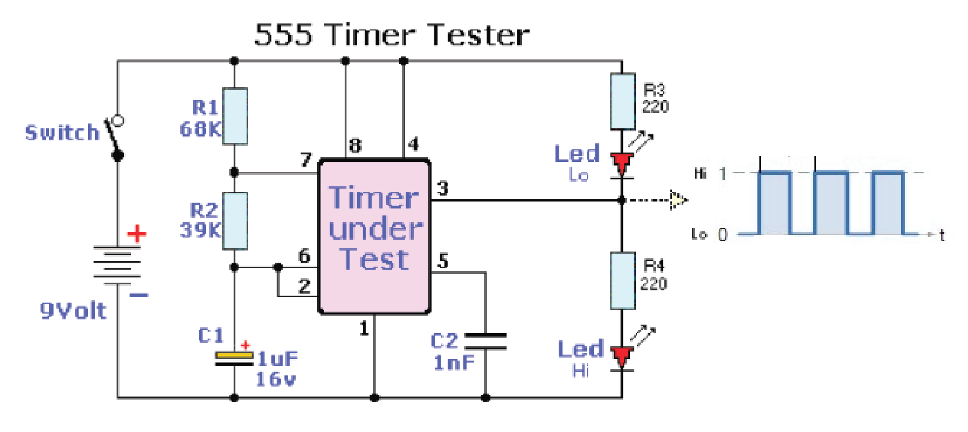
$$\text{Duty} = \frac{T_{high}}{T} = \frac{0.693(R1+R2)C}{0.693(R1+2\,R2)C} = \frac{(R1+R2)}{(R1+2\,R2)} \times 100\%$$

فمثلاً: الشكل الموجي الَّذي يكون عالياً (ON) أو (T_{high}) لمدة 1 ثانية ومنخفضاً (OFF) أو (T_{low}) لمدة 1 ثانية أيضاً، توصف دورة خدمته بأنها تساوي 50% (بمعنى أن النبضة تكون موجودة في نصف الدورة فقط).

فحص الدارة المتكاملة 555:

بسبب احتواء المؤقّت 555 على العديد من الدارات بداخله (نطاط، مكبري عمليات يعملان كمقارنات، ترانزستور، مقاومات) فإنّه يصعب فحص المؤقّت باستخدام جهاز القياس متعدد الأغراض (DMM)، ويستعاض عن ذلك باستخدامه في دارة عمليّة والتّحقّق من أدائه.

الشكل (5) يُبيِّن دارة عمليّة (Flasher) لفحص المؤقّت 555، حيث تمَّ توصيله كمذبذب عديم الاستقرار، وعند تشغيل الدارة فإنّه يجب أن يعمل الثنائيّان بالتناوب، الثنائيّ العلويّ يعمل عند الحالة المنطقيّة ”0“ لإشارة الخرج والثنائيّ السفليّ يعمل عند الحالة المنطقيّة ”1“ لإشارة الخرج. وفي حال لم تعمل الدارة يكون المؤقّت 555 تالفا.



شكل (5): دارة فاحص المؤقّت 555

نشاط (2)

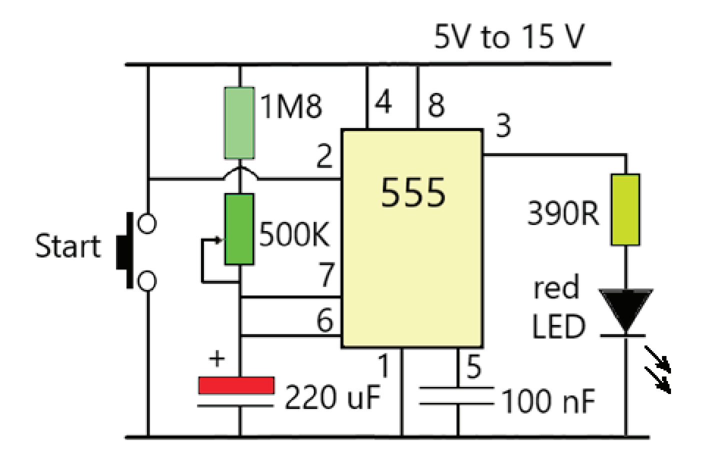


بالاستعانة بالشبكة الإلكترونيّة (الإنترنت)، والمراجع العلميّة المختصة بالرقاقات الإلكترونيّة التي تعمل كمؤقّت، قم بعمل بحث موجز عن المؤقّت الزمنيّ (556)، على أن يتضمن البحث تعريفاً بهذا المؤقّت، وشكلاً يُبيّن توزيع أطرافه، ووظيفة كل طرف، بالإضافة إلى مبدأ عمله. 556

مثال: يُبيّن شكل (6) دارة المؤقّت 555 وقد تمَّ توصيله كمهتز أحاديّ الاستقرار (Monostable Oscillator) ليعمل كمؤقّت زمنيّ (Timer) لفترة زمنيّة محدّدة.

قبل الضغط على مفتاح البدء (Start) تكون فولتية الخرج (طرف 3) مستقرة على الوضعية المنخفضة (LOW)، ويكون الثنائي الباعث للضوء LED في حالة إطفاء (OFF). وعند الضغط على المفتاح وإفلاته يتم قدح المذبذب وتصبح فولتية الخرج مرتفعة (HIGH) والثنائي الباعث للضوء في حالة تشغيل (ON). وبذلك تبدأ فترة التوقيت الزمني المحددة بقيم المقاومات والمكثف الموصولة على التوالي (220μF، 500KΩ، 1.8MΩ) وفقاً للعلاقة:

$T = 1.1 \times Rt \times Ct$



شكل (6): مؤقّت لفترة زمنية محدَّدة (مذبذب أحادي الاستقرار)

حيث T: الفترة الزمنية للمؤقت (بالثواني)

Rt: مجموع المقاومتين ($Rt = 1.8 + 0.5 = 2.3\ M\Omega$)

Ct: قيمة المكثف ($Ct = 220\ \mu F$)

وعند انقضاء زمن التوقيت (T) يعود خرج المؤقت إلى حالته الابتدائية (وضعية الاستقرار) وهي الوضعية المنخفضة (LOW) ويعود الثنائي الباعث للضوء إلى حالة الإطفاء بانتظار قدح جديد.

المطلوب: احسب قيمة الفترة الزمنيّة للمؤقّت بالثواني T باستخدام قيم المقاومات والمكثّف المبينة أعلاه.

الحل:

$$T = 1.1 \times Rt \times Ct$$

$$T = 1.1 \times 2.3 \times 10^{6} \times 220 \times 10^{-6} = 556.6\ \text{ثانية} = \frac{556.6}{60} = 9.28\ \text{دقيقة}$$



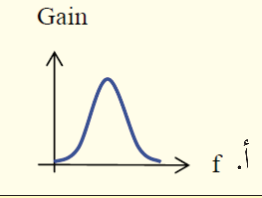

أسـئلة الوحدة

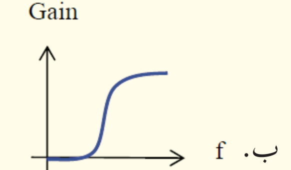
السؤال الأول: **ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة فيما يأتي:**

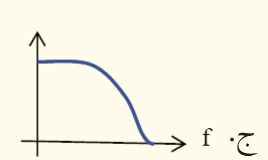
1. ما دارة التَّرشيح التي تسمح بمرور نطاقٍ تردُّدي وتمنع التردُّدات الأكثر والأقلّ منه؟

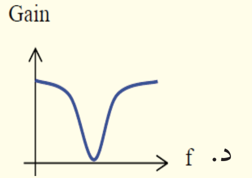
أ. مُرَشّح LPF   ب. مُرَشّح HPF   ج. مُرَشّح BPF   د. مُرَشّح BSF

2. أي من الأشكال الآتية توضّح الاستجابة التردّدية لمُرَشّح نوع (BSF)؟

أ. 

ب. 

ج. 

د. 

3. مُرَشّح نوع (BPF) يسمح بمرور مدى تردّدي (1KHz-30KHz) إذا كانت قيمة مقاومتي المُرَشّح متساويتين ($10K\Omega$) كم قيمة سعتي المكثّفين C_1 و C_2 على التوالي؟

أ. 16 nF و 530 PF   ب. 16 pF و 530 nF   ج. 16 F و 530 pF   د. 16 Fn و 530 F

4. كم قيمة فرق الطور بين الإشارة المكبّرة الناتجة عن المكبّر العاكس والإشارة الأصليّة؟

أ. 90 درجة   ب. 180 درجة   ج. 90 درجة   د. 0 درجة

5. علامَ يعتمد معامل التكبير (A) للمُضَخّم العاكس باستخدام الرقاقة 741؟

أ. مقاومة التغذية الراجعة وإشارتي الدخل.   ب. إشارتي الدخل وجهود التغذية.   ج. مقاومة الحمل وجهود تغذية الرقاقة.   د. مقاومة المدخل (Ri) ومقاومة التغذي الراجعة (Rf).

6. متى تحدث ظاهرة الرنين في دارات (RLC) الكهربائيّة؟

أ. عندما تكون $L = R$ ب. عندما تكون $L = C$ ج. عندما تكون $X_L = X_C$.   د. عندما تكون $R = L = C$

7. علامَ تعتمد قيمة تيّار الدارة (تيّار المصدر) في حالة الرنين؟

أ. قيمة R وحدها.   ب. قيم L، C وحدهما.   ج. قيم L، R، C جميعها.   د. التردّد fr.

8. لماذا تستخدم الرقاقة 555 في الدارات الإلكترونيّة؟

أ. لتوحيد اتجاه التيّار.   ب. لتكبير إشارات الدخل.   ج. كمؤقّت أو كمذبذب.   د. لتحويل التيّار المتناوب إلى تيّار مستمرّ.

السؤال الثاني:

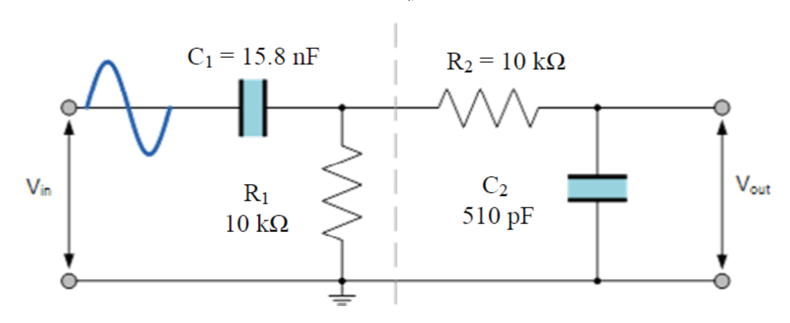
مُضَخّم غير عاكس فيه Rf = 4Rin، واتّساع الإشارة على مخرجه Vp-p = 1 V. جد اتّساع الإشارة الأصليّة على مدخل المُضَخّم. ما فرق الطور بين الإشارتين؟

السؤال الثالث:

احسب تردّد القطع للمُرَشّح (HPF) الّذي يتكوّن من مقاومة 10 kΩ، ومكثّف مفاعلته السعويّة مقدارها 5 kΩ عند تردّد 2000 Hz

السؤال الرابع:

احسب تردّدي القطع لدارة مُرَشّح (BPF) الموضّحة في الشكل أدناه، ثمَّ احسب عرض النطاق التردّدي له.

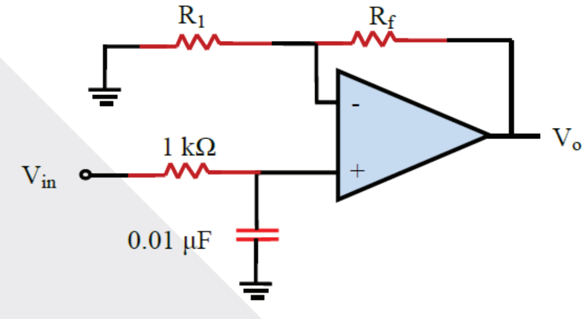


شكل (سؤال 4): دارة مُرَشّح BPF

السؤال الخامس:

دارة مُرَشّح موضّحة في الشكل التالي، المطلوب:

1. حساب تردّد القطع fc.
2. رسم الشكل العام للاستجابة التردّدية.
3. تحديد نوع المُرَشّح.



شكل (سؤال 5): دارة مُرَشّح

السؤال السادس:

لديك الاستجابة التردّدية لمُرَشّح والموضّحة بالشكل المجاور أوجد:

1. نوع المُرَشّح.
2. تردّد القطع fc.

Gain (dB)
0
- 20
- 40
100 1k 10k 100k 1M f (Hz)

شكل (سؤال 6): الاستجابة التردّدية لأحد المُرَشّحات

السؤال السابع:

أقارنُ بين دارات رنين التوالي، ودارات رنين التوازي من حيث الآتي:

1. ممانعة الدارة.
2. الممانعة المكافئة للمجموعتين L، C.
3. التردّد الَّذي يحدث عنده الرنين.

السؤال الثامن:

أعطِ عدة أمثلة على استخدامات عمليّة شائعة للرقاقة 555.

السؤال التاسع:

في دارة مذبذب عديم الاستقرار، إذا كانت قيمة $R1 = 10\ K\Omega$ وقيمة $R2 = 100\ K\Omega$، وقيمة المكثّف $C = 100\mu F$، المطلوب حساب الآتي:

1. الزمن T_{high}
2. الزمن T_{low}
3. الزمن الدوري T
4. تردّد إشارة الخرج f

المشروع:

عمل جهاز استقبال راديويّ بسيط AM أو FM مع مكبّر أولي سمعي ومكبّر قدرة وسمّاعة.



التضمين وأنظمة الاتّصال التماثليّة

بفضل ثورة الاتِّصالات، أصبح العالم قرية صغيرة.

الوحدة النمطيَّة السادسة: التضمين وأنظمة الاتِّصال التماثليّة

يتوقع من الطلبة بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة والتفاعل مع أنشطتها أن يكونوا قادرين على توظيف المعارف والمهارات المختلفة في التضمين وكشف التضمين وأنظمة الاتِّصال التماثليّة في حياتنا اليومية، وذلك من خلال تحقيق الأهداف الآتية:

1. تمييز نظام الاتِّصال الإلكترونيّ.
2. تضمين الاتِّساع AM.
3. كشف تضمين الاتِّساع AM.
4. تضمين التردّد FM.
5. كشف تضمين التردّد FM.

الكفايات المهنيّة:

الكفايات المتوقع من الطلبة امتلاكها بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة والتفاعل مع أنشطتها

أوّلاً- الكفايات الحرفية

- توظيف البيانات وتحليلها حول تمييز أنظمة الاتّصال الإلكترونيّة، وعمليات التضمين وكشف التضمين التماثليّ (AM وFM) مع دراسةٍ لأهم تطبيقات هذين النوعيّن في مجال الإرسال والاستقبال الإذاعيّ.
- القدرة على اختيار المواد والعناصر والأدوات والتجهيزات اللازمة لتنفيذ الأعمال المطلوبة.
- القدرة على تحديد المكوّنات الأساسيّة لأنظمة الاتّصالات التماثليّة.
- القدرة على استخدام أنظمة الاتّصالات التماثليّة لتنفيذ عمليات الإرسال والاستقبال المطلوبة (AM، FM).
- القدرة على القيام بعمليات التضمين (Modulation) المطلوبة (AM، FM).
- القدرة على مشاهدة الإشارات الأساسيّة في التضمين، كإشارة المعلومات والإشارة الحاملة والمضمّنة.
- القيام بعمليات الكشف (Detection) المطلوبة (AM، FM).
- القدرة على قياس تردّد الإشارات المختلفة باستخدام جهاز راسم الإشارة.
- القدرة على قياس تردّد الإشارات المختلفة باستخدام جهاز قياس التردّد (Frequency counter).

ثانياً- الكفايات الاجتماعية والشخصية

- المصداقيّة في التعامل مع الزبون
- الحفاظ على خصوصيّته وتلبية احتياجاته
- الاستعانة بذوي الخبرة والاختصاص عند الحاجة لذلك
- القدرة على إقناع الزبون واستيعاب رأيه
- العمل ضمن فريق ومساعدة الآخرين وتبادل الخبرات معهم
- المبادرة إلى الاستفسار والاستكشاف والقدرة على الوصول للمعلومة
- الاحترام المتبادل والالتزام بالمواعيد وأخلاقيات المهنة
- كتابة التقارير إلى المسؤول عن العمل

ثالثاً- الكفايات المنهجيّة

- التعلّم التعاونيّ. (مجموعات عمل)
- إدارة الحوار وتنظيم النقاش
- العصف الذهنيّ (استمطار الأفكار).
- البحث العلميّ.



قواعد الأمن والسلامة المهنيّة



- ارتداء ملابس السلامة المهنيّة المناسبة للعمل (خوذة، وكفوف يدوية، وحذاء عازل).
- استخدام العِدَد والأدوات والتجهيزات المطابقة لقواعد الأمن والسلامة.
- ضبط الأميتر والفولتميتر قبل تشغيل أيّ دارة كهربائيّة.
- التأكّد من فصل مصدر القدرة الكهربائيّة قبل البدء بفك العناصر والوحدات الإلكترونيّة وتركيبها.
- الانتباه لعدم عمل أيّ دارة قصر بين أيّ عنصر وآخر أثناء عمليّة اللحام بالقصدير.
- استخدام الأجهزة والأدوات المختلفة بحذر وانتباه، واتباع تعليمات الشركات الصانعة.
- تجنّب المزاح في المشغل أو الورشة وأثناء التدريب حتى تحمي نفسك وزملاءك من الخطر.
- الحرص عند الانتهاء من العمل على تنظيم وترتيب العِدَد والأدوات في أماكنها الخاصّة.
- التقيد بتعليمات المدرّب وتوجيهاته لتلافي حوادث العمل.
- المحافظة على نظافة مكان العمل وترتيبه قبل التنفيذ وبعد الانتهاء منه.

1-6 الموقف التعليميّ التعلميّ الأول:
نظام الاتِّصال الإلكترونيّ



وصف الموقف التعليميّ التعلميّ: حضر أحد الزبائن إلى مؤسسة لبيع وصيانة أجهزة الاتِّصالات الإلكترونيّة، وأحضر معه نظام اتِّصالات إلكترونيّاً حصل عليه كهدية. وطلب مساعدته في توضيح الوحدات الرئيسية لهذا النظام، والوظائف التي تقوم بها حتى يتمكن من استخدامه بصورة صحيحة.

العمل الكامل			
خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية (استراتيجية التعلم)	الموارد حسب الموقف الصفي
أجمع البيانات وأحللها	• جمع البيانات من الزبون عن: • مدى معرفته بانظمة الاتصال الحديثة. • محاولته لتشغيل الجهاز. • جمع بيانات عن: • انظمة الاتصال الالكترونية • تشغيل وصيانة انظمة الاتصال الالكترونية. • دليل المستخدم الخاص بجهاز الزبون.	• التعلم التعاوني (مجموعات صغيرة). • الحوار والمناقشة. • العصف الذهني (استمطار الأفكار).	• الوثائق: (الطلب الخطي للزبون، نماذج توثيق العمل، كتب علمية متخصصة وكتالوجات حول انظمة الاتصال الالكترونية، دليل المستخدم (User Guide) الخاص بجهاز الزبون) • التكنولوجيا: (مواقع إلكترونية تعليمية على الانترنت وفيديوهات عن انظمة الاتصال الالكترونية).
أخطط وأقرر	• أصنف البيانات عن (نظام الاتصال الالكتروني). • أحدد خطوات العمل: • منقشة البيانات التي تم جمعها في المرحلة السابقة. • رسم المخطط الصندوقي لنظام الاتصال الالكتروني. • تحديد المواد والأجهزة اللازمة للعمل. • الاتفاق على مراحل التعرف على نظام الاتصال الالكتروني وتحديد وظائفه. • إعداد جدول زمني للتنفيذ.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (العمل في مجموعات). • العصف الذهني (استمطار الافكار).	• الوثائق: (نموذج جدولة وقت تنفيذ المهام، المخطط الصندوقي لنظام الاتصال الالكتروني، كتالوجات، نشرات، صور، نموذج جدولة وقت تنفيذ المهام). • التكنولوجيا: (جهاز كمبيوتر).

أنفذ	• اوزع العدد والمواد والأجهزة على المجموعات • استعرض نظام اتصال تماثلي واحدد كل من الآتية: 1. قسم الارسال. 2. مداخل الاشارة الى قسم الارسال. 3. الكوابل المستخدمة لادخال الاشارات للمرسل. 4. محولات الطاقة كالميكروفون ان وجدت. 5. المذبذب الراديوي المحلي ان وجد (Rf Local Oscillator). 6. وحدة التضمين (Modulation) في قسم الارسال. 7. مخارج الاشارة من قسم الارسال. 8. قسم الاستقبال. 9. مداخل الاشارة الى قسم الاستقبال. 10. وحدة الكشف (Detection) في المستقبِل. 11. محولات الطاقة كالسماعة ان وجدت. 12. مخارج الاشارة من قسم الاستقبال. 13. الوسط الناقل بين المرسل والمستقبل • اشغّل نظام الاتصال الخاص بالزبون	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (العمل في مجموعات). • العصف الذهني (استمطار الافكار).	**أجهزة ومعدات:** • حقيبة عدة متنوعة. • مصدر قدرة كهربائية مناسب للنظام. • نظام اتصال تماثلي يحتوي على الاجزاء الآتية: 1. مرسل (Transmitter) 2. مستقبل (Receiver) 3. وسط ناقل (Channel). • أسلاك وكوابل للتوصيل. • كتالوجات وكتيبات النظام. • التكنولوجيا: (مواقع انترنت خاصة بانظمة الاتصال الالكترونية التماثلية).
اتحقق	• اتحقق من: (تعرّف مكونات جهاز الارسال ووظائفه، تعرف مكونات جهاز الاستقبال ووظائفه، تعرف الوسط الناقل ووظيفته). • اتاكد من: (عمل جهاز الزبون، قدرة الزبون على استخدام الجهاز).	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (العمل في مجموعات).	• الوثائق: (قائمة التدقيق الخاصة بالتحقق من العمل، كتالوجات وكتيبات عن انظمة الاتصال الالكترونية التماثلية). • اجهزة ومعدات: (ساعة قياس رقمية DMM، جهاز راسم اشارة). • التكنولوجيا: (مواقع انترنت خاصة بانظمة الاتصال الالكترونية التماثلية).
أوثق وأعرض	• أوثّق نتائج العمل الكامل: (الخّص كل ما تم عمله من البداية إلى النهاية خطيًا على شكل خطوات متسلسلة منطقياً، ارسم المخطط الصندوقي لنظام الاتصال التماثلي، ادوّن الملاحظات المختلفة عن: نظام الاتصال الالكتروني). • اعرض ما تم انجازه. • اعدّ ملف بالحالة: (نظام الاتصال الالكتروني).	• النقاش في مجموعات. • لعب الادوار.	• التكنولوجيا: (أجهزة عرض، جهاز • كمبيوتر، الإنترنت). • قرطاسية، منصة عرض.
أقوم	• رضا الزبون عن تشغيل نظام الاتصال الخاص به وتدريبه عليه. • أطابق تشغيل نظام الاتصال الخاص بالزبون بالمواصفات والمعايير الفنية.	• حوار ومناقشة. • البحث العلمي (ادوات التقويم الاصيل.	• الوثائق: (ورقة العمل الخاصة بالتقييم ومناهج التقييم، منهجيات التقييم المتنوعة، نشرة المواصفات الفنية لجهاز الزبون ودليل التشغيل). • التكنولوجيا: (الشبكة الإلكترونية • (الإنترنت).



الأسئلة:

1. فسّر الغرض من وجود مايكروفون وسماعة مع نظام الاتّصال.
2. ما سبب وجود المكبرات والمُرَشّحات والمذبذبات ضمن أنظمة الاتّصالات؟
3. ما نوع الوسط الناقل الّذي استخدمته مع الوحدة التدريبية (نظام الاتّصال التماثليّ) في مشغلك؟
4. اعمل جدولاً باهم المداخل (Inputs) والمخارج (Outputs) الموجودة في نظام الاتّصال الّذي استخدمته في التمرين.



أتعلَّم:

نظام الاتّصال الإلكترونيّ (Electronic Communications System)



نشاط (1)

هل سبق وأن شاهدت أحد أنظمة الاتّصال الإلكترونيّة؟ هل تستطيع تذكّر اسمه؟ وما الوحدات الأساسيّة التي يتكوّن منها؟ ولماذا يستخدم؟ (انظر شكل 1)



شكل (1): نظام اتّصال إلكترونيّ

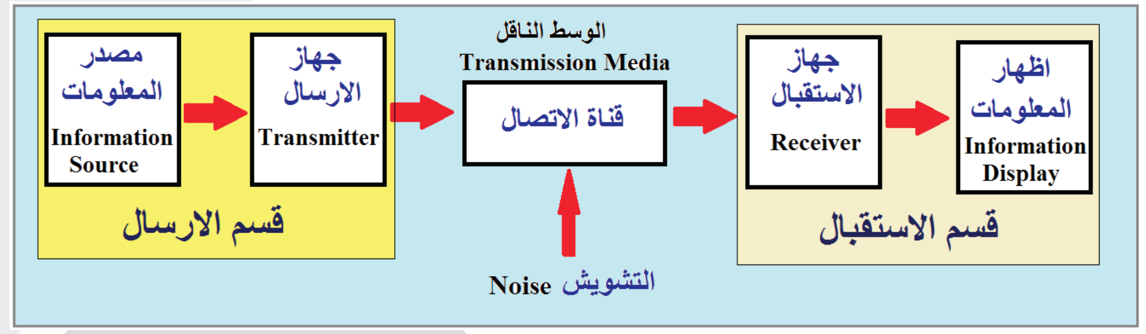
الاتّصالات الإلكترونيّة ونظام الاتّصال الإلكترونيّ

الاتّصالات الإلكترونيّة هي عبارة عن عمليّة معالجة، وإرسال، واستقبال للمعلومات بين محطتين أو أكثر باستخدام الدارات الإلكترونيّة.

يتكوّن نظام الاتّصال الإلكترونيّ عن بعد من: مرسل ومستقبل ووسط ناقل. ويعرّف بأنه:

أي نظام يستخدم أجهزة إلكترونيّة في نقل معلومات من جهة الإرسال، إلى جهة الاستقبال عبر وسطٍ ناقل. وإن هدف أيّ نظام اتّصالات هو نقل المعلومات من جهة الإرسال إلى جهة الاستقبال بأعلى جودة.

شكل (2) يُبيِّن الوحدات الرئيسية في نظام الاتّصال الإلكترونيّ كالآتي:



شكل (2): المخطّط الصندوقي لنظام اتّصال إلكترونيّ

1. قسم الإرسال، ويتكوّن من:
- مصدر لإشارة المعلومات (صوت، وصورة، ونص، وفيديو، وبيانات، ...إلخ)
- جهاز الإرسال: ويقوم بمعالجة إشارة المعلومات، وجعلها قابلة للنَّقل عبر الوسط النَّاقل، ثم إرسالها.

2. قناة الاتِّصال: وهي المسار المستخدم لتمرير المعلومات بين المرسل والمستقبل من خلال وسط ناقل. وقد يكون الوسط الناقل مادياً كما في خطوط النقل السلكية والكوابل المحورية وأدلة الموجة والألياف البصرية، أو غير مادي (فضاء) يستخدم للاتصالات اللاسلكية كما في اتصالات الأمواج الراديوية وأمواج الميكروويف.

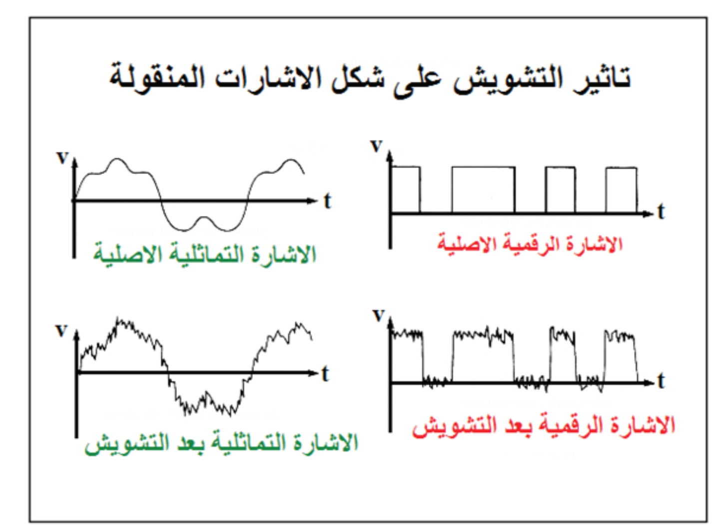
3. قسم الاستقبال، ويتكوّن من:
- جهاز الاستقبال: ويقوم باستقبال الإشارة المنقولة، وكشف إشارة المعلومات، وملاءمتها للإظهار.
- جهاز لإظهار المعلومات (سماعة، وشاشة عرض، وطابعة، ...إلخ).

ويرافق إشارة المعلومات عند انتقالها من المرسل إلى المستقبل عبر الوسط الناقل إشارة غير مرغوبة تسمّى إشارة التشويش (Noise Signal). فما المقصود بالتشويش؟ وما مصادره الممكنة؟

التشويش في أنظمة الاتِّصالات (Noise In Communication Systems)

يُعدّ التشويش أحد المشاكل الرئيسية في أنظمة الاتِّصالات، وهو يحول دون حصولنا في جهة الاستقبال على نسخة طبق الأصل عن المعلومات التي أرسلت في جهة الإرسال. ويعرف التشويش بأنه: إشارات عشوائية غير مرغوبة، تدخل على الإشارات الأصليّة وتشاركها المرور في وحدات نظام الاتِّصال المختلفة.
يوجد أنواع كثيرة من التشويش يمكن تلخيص أهمّها بالآتي:

1. تشويش خارجي ينشأ خارج الدارات الإلكترونيّة لنظام الاتِّصال، ومن أمثلته:
- التشويش الجوي (ينتج عن الظواهر الجوية مثل: البرق في العواصف الرعدية، المطر والثلج والغبار).
- التشويش الكوني (التشويش الناتج عن الشمس والنجوم).
- التشويش الصناعيّ (ينتج عن المنشآت الصناعيّة وما تحتويه من آلات وتجهيزات كهربائيّة، والمفاتيح الكهربائيّة في الآلات الصناعيّة، ولمبات "الفلورسنت" وخطوط القدرة العالية، وعن السيارات والطائرات..)



شكل (3): أثر التشويش على الإشارات المنقولة

2. **تشـويش داخلـيّ يتولّـد بسـبب ارتفـاع حـرارة العناصـر الإلكترونيّة فـي دارات أجهـزة الاتّصـال،** ممـا يؤثـر علـى مقاومتهـا الداخليـة، وبالتالـي ظهـور فـرق جهـد عشـوائي علـى أطـراف العنصـر، ويمكـن التقليـل مـن هـذا التشـويش بتوفيـر وحـدات تهويـة وتبريـد مناسـبة للأجهـزة.

3. **التداخل بين أنظمة الاتّصالات (Interference)**

ويحـدث هـذا التشـويش بسـبب اسـتخدام أنظمـة الاتّصـالات القريبـة مـن بعضهـا، لنفـس التـردّدات، فتتداخـل فيمـا بينهـا مسـببة حـدوث تشـويش التداخـل، كمـا يلاحـظ عنـد اسـتقبال بعـض المحطـات الإذاعيّـة، وفي بعض أنظمـة الاتّصـال الخليويّـة.

شكل (3) يوضح أثر التشويش على الإشارات المنقولة سواء أكانت إشارات تماثليّة أم رقميّة.

نسبة الإشارة إلى التشويش (Signal-to-Noise Ratio: SNR)

هـو مقيـاس يسـتخدم كثيـرا فـي قيـاس أداء وكفـاءة أنظمـة الاتّصـالات، فكلمـا زادت قيمـة هـذه النسـبة (SNR) ازدادت كفـاءة نظـام الاتّصـال. وتعـرّف هـذه النسـبة كحاصـل قسـمة قـدرة الإشـارة إلـى قـدرة التشـويش، ويعبّـر عنهـا رياضيـاً بالعلاقـة الآتيـة:

$$\frac{S}{N} = \frac{Ps}{Pn}$$

حيث:

Ps هي قدرة الإشارة بالواط، أمّا Pn فهي قدرة التشويش بالواط.

مثال: إذا كانـت قـدرة الإشـارة عنـد مخـرج مكبـر تسـاوي (10W)، وكانـت قـدرة التشـويش عنـد مخـرج نفـس المكبـر تسـاوي (0.01W)، فأوجـد نسـبة الإشـارة إلـى التشـويش (SNR).

الحل:

$$\frac{S}{N} = \frac{Ps}{Pn} = \frac{10}{0.01} = 1000$$

أنواع أنظمة الاتِّصالات الإلكترونيّة

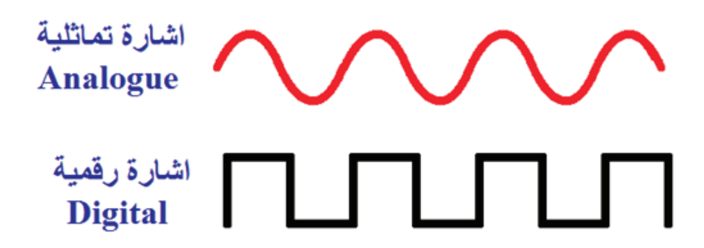
يمكن تصنيف أنظمة الاتّصالات الإلكترونيّة إلى نوعين رئيسيين كالآتي:

أوّلاً- أنظمة الاتِّصالات التماثليّة (Analog Communication Systems)

وهي عبارة عن أنظمة إلكترونيّة ترسل الطاقة (المعلومات)، وتستقبلها على شكل تماثليّ (إشارات تأخذ قيماً متغيرة ومتواصلة دون انقطاع خلال فترة زمنيّة محدّدة، مثل الموجة الجيبية أو الإشارة الصادرة عن الميكروفون، ...)، انظر شكل (4)، وهذا هو محور تدريبنا في هذه الوحدة.

ثانياً- أنظمة الاتِّصالات الرقميّة (Digital Communication Systems)

وهي عبارة عن أنظمة إلكترونيّة ترسل الطاقة (المعلومات) وتستقبلها على شكل رقميّ (إشارات تأخذ قيماً محدّدة عند تغيرها مع الزمن، مثل الإشارات الصادرة عن الحاسوب والتلغراف، ...)، انظر شكل (4).



شكل (4): الإشارة التماثليّة مقابل الإشارة الرقميّة

أنماط الاتِّصال على أساس الاتجاه (Direction Flow Communication)

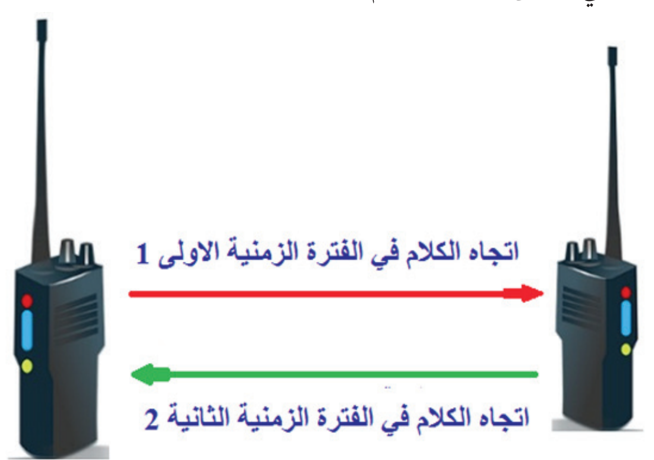
لوسائل الاتّصالات ثلاثة أنماط تصف اتجاه نقل المعلومات من المرسل إلى المستقبل كالآتي:

1. **نمط الاتِّصال البسيط (Simplex):** ويتم فيه إجراء عمليّة الاتّصال في اتجاه واحد فقط، من المرسل إلى المستقبل، ومثال ذلك ما نراه في نظام الإرسال الإذاعي ونظام الإرسال التلفازي. انظر شكل (5)



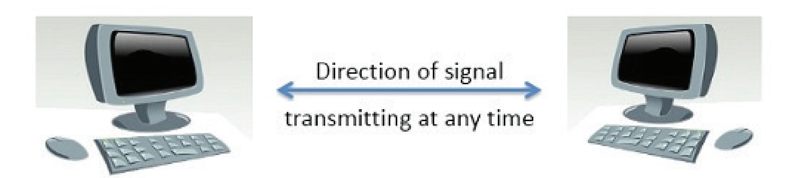
شكل (5): نمط اتِّصال بسيط Simplex

2. نمط اتِّصال نصف مزدوج (Half Duplex): وفي هذا النمط يتم الاتِّصال في الاتجاهين، من المرسل إلى المستقبل وبالعكس، فكلا الطرفين يستطيعان الإرسال والاستقبال ولكن ليس في الوقت نفسه. حين يكون الطرف الأوَّل مرسلا لا يمكنه أن يستقبل شيئا، وحين يكون مستقبلا لا يمكنه أن يرسل شيئا، وكذلك الحال مع الطرف الثاني، ومن أمثلته نظام (اضغط للتحدث) (Push To Talk). انظر شكل (6).



شكل (6): نمط اتِّصال نصف مزدوج Half Duplex

3. نمط الاتِّصال المزدوج الكامل (Full Duplex): ويتم فيه الاتِّصال في كلا الاتجاهين في نفس الوقت، حيث يمكن لكلا الطرفين أن يرسلا ويستقبلا معاً في أيّ لحظة، وهذا ما نراه في أنظمة الهواتف الخليويّة، والتراسل الآني بين الحواسيب. انظر شكل (7).



شكل (7): نمط اتِّصال مزدوج Full Duplex

عرض النطاق وسعة المعلومات (Bandwidth And Information Capacity)

يُعدّ عرض النطاق أحد العناصر الأساسيّة (بالإضافة إلى التشويش) الَّذي يقلل من كفاءة نظم الاتِّصالات عندما لا يكون مناسبا. ويعرف عرض النطاق الترددي (BW) بشكل عام بالفرق بين التردّد الأعلى F_H والتردّد الادنى F_L ضمن حزمة تردّدية محدّدة. كما هو مبين في شكل (8).



شكل (8): عرض النطاق التردّدي (BW)

هنا يجب التمييز بين نوعين من عرض النطاق:

1. عرض نطاق إشارة المعلومات: Information Band Width (BW inf)

وهو عبارة عن الفرق بين التردّد الأعلى والتردّد الأدنى ضمن إشارة المعلومات. ومثال ذلك ما يعرف بنطاق التردّدات السمعية التي تمتد من 20HZ إلى 20KHz تقريباً، وإن كانت معظم طاقة الإنسان الصوتية أثناء الكلام تقع في النطاق التردّدي من 300Hz ولغاية 3400Hz تقريباً، وهو النطاق المعتمد في الاتّصالات الهاتفية.

2. عرض نطاق قناة الإرسال، أو ما يسمّى كذلك عرض قناة النقل"Channel Band Width "BW ch

وهو عبارة عن الفرق بين التردّد الأعلى والتردّد الأدنى الذين تسمح لهما القناة بالمرور. وبالتالي فهو يمثل أيضاً سعة نقل المعلومات.

مما سبق نخلص إلى العلاقة الآتية:

حتى تنتقل إشارة المعلومات عبر أيّ قناة لا بد أن يكون عرض نطاق إشارة المعلومات أقلّ أو يساوي عرض نطاق القناة.

أي $Bw_{inf} \leqslant BW_{ch}$

BW_{inf} = عرض نطاق إشارة المعلومات

BW_{ch} = عرض نطاق القناة.

مثال:

إذا كان نظام إرسال تلفزيوني يستخدم كوابل للنقل لها عرض نطاق من 500 KHZ إلى 5000 KHZ أوجد:

1) عرض نطاق القناة (BW_{ch}).
2) هل تسمح هذه القناة بمرور الإشارات السمعية؟
3) هل تسمح هذه القناة بإرسال بث محطة تلفزيونية تشغل النطاق BW_{TV} = 6MHz؟

الحل:

1) عرض نطاق القناة يساوي:

2) $BW_{ch} = FH - FL = 5000 - 500 = 4500 \text{ KHz}$

3) تسمح القناة للإشارات السمعية بالمرور حيث:

4) $BW_{inf} = BW_{audio} = 20 - 0.02 = 19.98 \text{ KHz} < BW_{ch} (4500 \text{ KHz})$

5) عرض نطاق بث المحطة التلفزيونية:

6) $BW_{TV} = 6 \text{ MHz} < BW_{ch}$

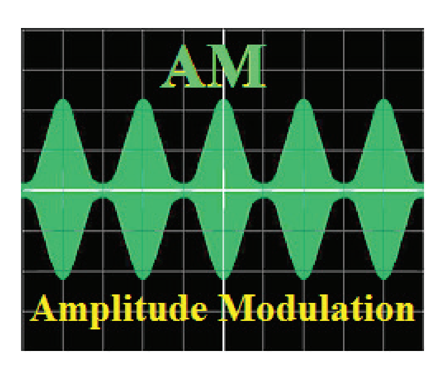
ولأن عرض نطاق هذه الإشارات التلفزيونية أكبر من عرض نطاق القناة، فلن تمرّ جميع هذه الإشارات فيها.



نشاط (2) يطلب من الطلبة تقديم بحث موجز لا يتجاوز الصفحتين عن أهمّ التواريخ في مسيرة تطوّر نظم الاتّصالات، وصولاً إلى ما أصبحت عليه اليوم من تقدم مبهر. وذلك بالاستعانة بشبكة الإنترنت أو بالمراجع العلميّة المختصة.

نشاط (3) يقوم الطلبة بالاستعانة بشبكة الإنترنت والمراجع العلميّة المختصة بعمل قائمة تضم أكبر عدد ممكن من محولات الطاقة (Transduceres) في أنظمة الاتّصالات، على أن تحتوي القائمة على اسم المحول، وشرح موجز للوظيفة التي يؤديها المحول في نظام الاتّصال.

2-6 الموقف التعليميّ التعلميّ الثاني: تضمين الاتِّساع AM



وصف الموقف التعليميّ التعلميّ: حضر أحد الزبائن إلى ورشةٍ لصيانة الأجهزة الإلكترونيّة، ومعه جهاز إرسال تماثليّ بسيط يعمل بتضمين الاتِّساع AM.

أفاد بوجود مشاكل في عمليّة الإرسال، طالباً إصلاح الجهاز. بعد المعاينة، تبين احتراق الثنائيّ في وحدة المضمّن (Modulator).

العمل الكامل			
خطوات العمل	**وصف الموقف الصفي**	**المنهجية (استراتيجية التعلم)**	**الموارد حسب الموقف الصفي**
أجمع البيانات وأحللها	• جمع البيانات من الزبون عن: • طبيعة المشاكل التي يعاني منها الجهاز في عملية الارسال. • وجود حرارة زائدة او رائحة احتراق عند تشغيل الجهاز. • وجود منطقة داكنة اللون حول الثنائي في وحدة المضمّن (Modulator). • تعرض الجهاز لاية صدمات. • جمع بيانات عن: • التضمين التماثلي AM، واجهزة الارسال AM. • التوصيلات اللازمة لتشغيل جهاز ارسال AM. • الادوات والتجهيزات اللازمة لتشغيل جهاز ارسال AM.	• التعلم التعاوني (مجموعات) • الحوار والمناقشة. • العصف الذهني (استمطار الافكار).	• الوثائق: (الطلب الخطي للزبون، نماذج توثيق العمل، كتب علمية متخصصة وحديثة حول أجهزة الارسال التماثلي AM). • التكنولوجيا: (مواقع إلكترونية تعليمية على الانترنت، وفيديوهات عن اجهزة الارسال التماثلي AM، ومكوناتها الاساسية ومراحل عملها).
أخطط وأقرر	• اصنف البيانات عن (تضمين الاتساع AM). • احدد خطوات العمل: • مناقشة جميع البيانات التي تم جمعها. • رسم مخطط صندوقي لجهاز ارسال AM. • تحديد المواد والأجهزة اللازمة للعمل. • الاتفاق على مراحل توصيل جهاز ارسال AM وتشغيله. • إعداد جدول زمني للتنفيذ.	• التعلم التعاوني (مجموعات). • العمل في مجموعات. • البحث العلمي.	• الوثائق: (نموذج جدولة وقت تنفيذ المهام، مخطط صندوقي لجهاز ارسال AM، كتالوجات، نشرات، صور، نموذج جدولة وقت تنفيذ المهام). • التكنولوجيا: (جهاز كمبيوتر).

أنفذ	• توزيع العدد والمواد والأجهزة على المجموعات • اقوم بإنجاز المهمة والتي تشمل الآتي: 1. اوصل جهاز ارسال AM، ثم اقوم بتشغيله. 2. اضبط مولد الاشارة للحصول على اشارة جيبية حاملة (Carrier) باتساع وتردد محددين. 3. ادخل الاشارة الحاملة الى جهاز الارسال AM. 4. واشاهدها على شاشة راسم الاشارة. 5. اقيس تردد الاشارة الحاملة في مدخل المرسل. 6. اضبط مولد الاشارة للحصول على اشارة معلومات جيبية باتساع وتردد محددين. 7. ادخل اشارة المعلومات الى جهاز الارسال AM. 8. واشاهدها على شاشة راسم الاشارة. 9. اشاهد الاشارة المضمنة في مخرج جهاز الارسال على شاشة راسم الاشارة. 10. اقيس تردد الاشارة المضمنة واقارنه بتردد الاشارة الحاملة. 11. ارسم اشارة المعلومات والاشارة الحاملة والاشارة المضمنة. 12. ازيد اتساع اشارة المعلومات تدريجيا (مع بقاء ترددها ثابتاً) لمشاهدة اثر التضمين الزائد Over Modulation على الاشارة المضمنة. 13. ارسم الاشارة المضمنة عند معامل تضمين: $m<1$ و $m=1$ وعند $m>1$. 14. ادون جميع القيم المقيسة واسجل الملاحظات والاستنتاجات وفقاً للنتائج في كل حالة. 15. استبدل الثنائي التالف في جهاز الزبون. 16. اشغل جهاز الزبون واتاكد من سلامة عمله.	• الحوار والمناقشة • العصف الذهني (استمطار الافكار) • عمل جماعي تعاوني منظم (مجموعات صغيرة).	**اجهزة ومعدات:** • جهاز ارسال AM. • جهاز راسم الإشارة (Oscilloscope). • جهاز مولّد اشارة (عدد 2). • (Function Generator). • جهاز قياس التردد. • (Frequency Counter). • كوابل ومجسات للفحص. (Probes). • اسلاك وكوابل للتوصيل. • مصدر قدرة كهربائية مناسبة. • كاوي لحام وقصدير وفلكس. • وثائق تسجيل القراءات والرسومات والاستنتاجات. • التكنولوجيا: (مواقع انترنت خاصة بتضمين AM واجهزة ارسال AM).
أتحقق	• اتحقق من: (ظهور كافة الاشارات المطلوبة كما هو متوقع، ترددات جميع الاشارات المقيسة وانها ضمن المتوقع). • اتاكد من: (حساب التردد اذا تم قياسه باستخدام جهاز راسم الاشارة، عمل جهاز الزبون، قدرة الزبون على استخدام الجهاز).	• العصف الذهني. • النقاش والحوار.	• الوثائق: (قائمة التدقيق الخاصة بالتحقق من العمل، كتالوجات وكتيبات نظام الارسال التماثلي). • اجهزة ومعدات: (جهاز قياس التردد، جهاز راسم اشارة). • التكنولوجيا: (مواقع انترنت خاصة بتضمين AM واجهزة ارسال AM).

وأعرض أوثق	• اوثّق نتائج العمل الكامل: (الخّص كل ما تم عمله من البداية إلى النهاية خطيّا على شكل خطوات متسلسلة منطقياً، ادوّن الملاحظات المختلفة عن: (تضمين AM واجهزة ارسال AM). • اعرض ما تم انجازه. • اعدّ ملف بالحالة: (تضمين AM).	• النقاش في مجموعات. • لعب الادوار. • تقديم عرض بوربوينت (Power Point).	• التكنولوجيا: (أجهزة عرض، جهاز كمبيوتر، الإنترنت). • قرطاسية، منصة عرض.
أقوم	• رضا الزبون عن تشغيل نظام الارسال التماثلي الخاص به. • مطابقة عمل جهاز الزبون بعد الاصلاح للمواصفات والمعايير الفنية.	• النقاش الجماعي. • حوار ومناقشة. • البحث العلمي (ادوات التقويم الاصيل).	• الوثائق: (ورقة العمل الخاصة بالتقييم ومناهج التقييم، منهجيات التقييم المتنوعة، طلب الزبون، كتالوجات وكتيبات نظام الارسال التماثلي). • التكنولوجيا: (الشبكة الإلكترونية (الإنترنت)).

الأسئلة:

1. ما مقدار تردّد واتِّساع إشارة المعلومات التي أرسلتها من جهاز الإرسال؟
2. هل حصلت على الإشارة الحاملة من مذبذب محلّيّ في المرسل، أم من مصدر خارجي كمولّد الإشارة؟ وكم كان تردّدها؟
3. ما تأثير زيادة اتِّساع إشارة المعلومات على قيمة معامل التضمين؟
4. فسّر سبب تساوي تردّد الإشارة المضمّنة مع تردّد الإشارة الحاملة.
5. فسّر سبب استعمال معامل تضمين أقلّ من 1 ($m<1$) عند الإرسال بتضمين الاتِّساع AM.

أتعلَّم:

تضمين الاتِّساع AM

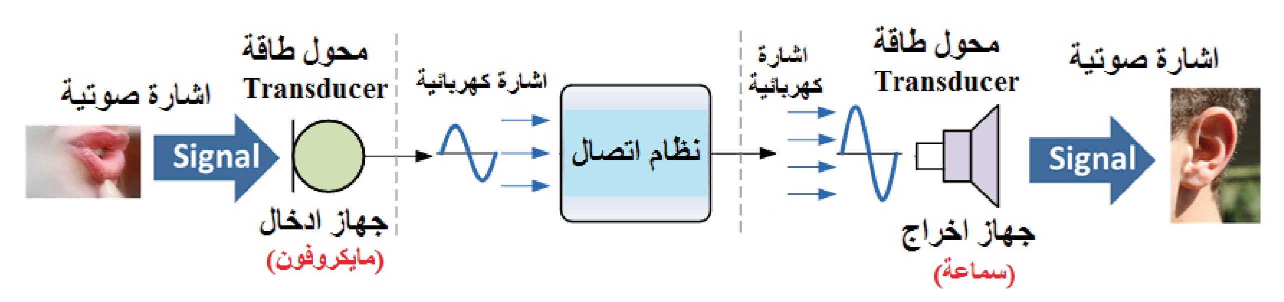


نشاط (1) هل فكّرت يوما (وأنت تستمع إلى إحدى المحطات الإذاعيّة) كيف يصلك صوت المذيع من المحطة الإذاعيّة البعيدة عنك؟ هل تتوقع أن معالجةً للصوت قد تمّت في جهاز الإرسال حتى تستطيع الإشارة الانتقال من المحطة البعيدة إلى المذياع (الراديو) الخاص بك؟



شكل (1): ستوديو إرسال إذاعيّ

درست سابقاً أن هدف أيّ نظام اتّصالات هو نقل معلومات (صوت، وصورة، ونص، وفيديو....) من جهة الإرسال (المصدر) إلى جهة الاستقبال. وحيث إنّ معظم المعلومات لا تكون كهربائيّة بشكلٍ طبيعيّ، فإنَّ معظم أنظمة الاتّصالات تحتوي على محولات طاقة أو (مبدّلات الطاقة Transducers) تقوم بتحويل المعلومات إلى إشارات كهربائيّة (Electrical Signals) مثل: الميكروفون والكاميرا وكاميرا الفيديو والسكانر، ...إلخ؛ وذلك ليسهل معالجتها وإرسالها إلى الوجهة المطلوبة. انظر شكل (2)



شكل (2): مثال على عمل محولات الطاقة (Transducers)

إن معظم الإشارات الناتجة عن مصادر المعلومات المتنوعة هي ذات تردّدات منخفضة، ولا تكون دائماً مناسبة للنقل عبر قنوات الاتّصال المختلفة، لذا تتمّ عمليّة معالجة لهذه الإشارات قبل إرسالها فيما يعرف بعمليّة التضمين. فما التضمين؟

التضمين (Modulation)

تتنوع أشكال الموجات الكهربائيّة بحسب ما تعبر عنه من فولتية أو تيار، متغيرٍ أو مستمرّ، وقد تكون أشكال هذه الموجات منتظمة أو غير منتظمة إلاّ أنها تشترك معاً في أنه لكل موجة خصائص تميزها عن غيرها من الموجات كالاتّساع (Amplitude) والتردّد (Frequency) وزاوية الطور (Phase Angle).

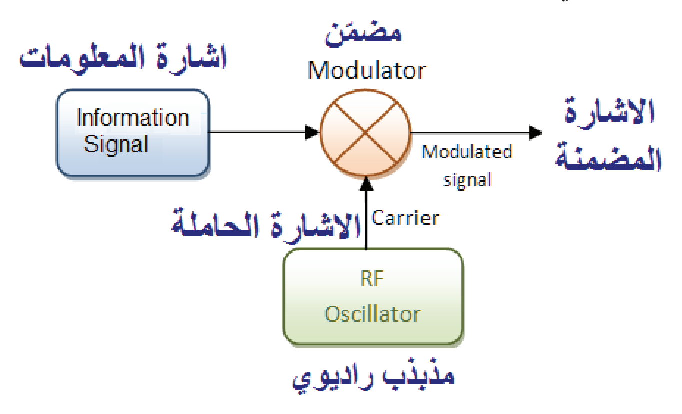
يعرّف التضمين: بأنه تلك العمليّة التي يتم فيها تغيير إحدى خصائص إشارة موجية (الموجة الحاملة) بوساطة إشارة المعلومات بهدف الحصول على إشارة مضمَّنة في مخرج الدارة الإلكترونيّة المسماة بالمضمّن (Modulator).

يحتوي التعريف السابق على ثلاثة أنواع من الإشارات تعّرف كالآتي:

1. الإشارة الحاملة (Carrier) **عالية التردّد**، ونحصل عليها عادة من مذبذب محلّيّ موجود في المرسل.
2. إشارة المعلومات (Information Signal) وتمثل المعلومات المراد إرسالها وتكون **منخفضة التردّد.**
3. الإشارة المضمّنة (Modulated Signal) **عالية التردّد** (نفس تردُّد الموجة الحاملة أو أكثر) وتتضمَّن المعلومات المراد إرسالها، ونحصل عليها في مخرج المضمِّن (Modulator) كناتجٍ لعمليّة التضمين.

ومن المفيد التذكر دائماً أن عمليّة التضمين تتمّ في قسم الإرسال من أنظمة الاتِّصال.

يُبيِّن شكل (3) المخطّط الصندوقي لعمليّة التضمين.



شكل (3): مخطّط صندوقي يوضح عمليّة التضمين

أهمِّيَّة التضمين وضرورته

عرفت مما سبق أن هدف عمليّة التضمين هو نقل إشارة المعلومات منخفضة التردّد إلى مجال تردّدات أعلى في الطيف التردّدي.

وتكمن أهمِّيَّة ذلك في أنظمة الاتِّصالات بالآتي:

1. التمكن من تصميم هوائيّات (Antennas) إرسال واستقبال ذات كفاءة عالية وبأطوال عمليّة مناسبة عند التردّدات العالية؛ الأمر الَّذي لا يمكن تحقيقه عند التردّدات المنخفضة. (كما سيتضح لاحقاً في وحدة الهوائيّات).
2. الإرسال المتعدد (Multiplexing): حيث يُمكّن التضمين من نقل العديد من الإشارات المنخفضة التردّد على حوامل ذات تردّدات مختلفة في قناة اتِّصال واحدة وبشكل متزامن دون حدوث تداخل بينها.
3. يساعد التضمين في التغلب على مشاكل التشويش والتداخل في أنظمة الاتِّصالات.
4. زيادة مسافة الإرسال؛ لأنّ طاقة الإرسال للموجة المضمّنة تصبح أكبر بفضل عمليّة التضمين، وبالتالي تصبح إمكانيّة وصولها لمسافات أبعد متوافرة.

تضمين الاتِّساع (Amplitude Modulation)

يعرّف تضمين الاتِّساع AM بأنه:

تغيير **اتِّساع** الإشارة الحاملة تبعاً لتغيّرات اتِّساع إشارة المعلومات مع المحافظة على تردّد الإشارة الحاملة ثابتاً. انظر شكل (4)

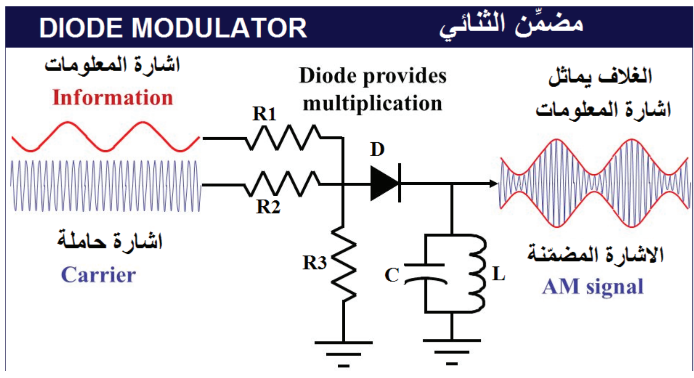
تستخدم أكثر من طريقة وأكثر من دارة للحصول على إشارات تضمين الاتِّساع AM،

الشكل (4): تضمين الاتِّساع AM

حيث يؤدي ضرب إشارة المعلومات (منخفضة التردّد) بالإشارة الحاملة (عالية التردّد) باستخدام المازج (Mixer) إلى تشكيل قمم الموجة الحاملة (ذات التردُّد الكبير) حسب فولتيَّة الطَّيف التردُّدي لإشارة المعلومات عند اللَّحظات الزمنيَّة المختلفة.

شكل (5) يوضح إحدى أقدم وأبسط الدارات المستخدمة للحصول على تعديل الاتِّساع AM، وهي تتكوّن من:

- دارة مزج (المقاومتين R1 وR2).
- ثنائيّ D.
- دارة توليف (رنين) LC.



الشكل (5): دارة تعديل اتِّساع AM باستخدام ثنائيّ

مبدأ العمل:

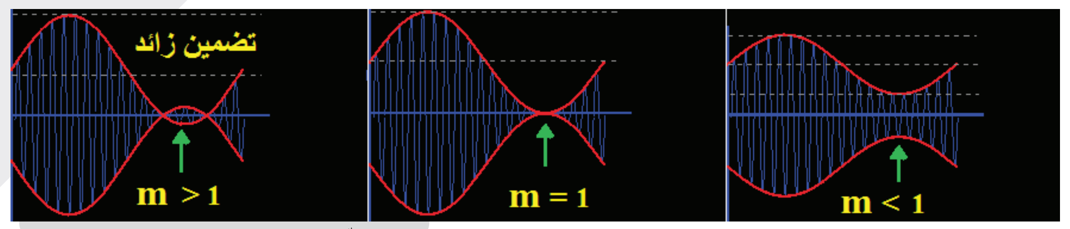
يتم إدخال إشارة المعلومات إلى المقاومة R1 وإدخال الإشارة الحاملة إلى المقاومة R2، وبعد مزج الإشارتين يتكوّن الجهد الناتج على المقاومة R3. ويتم بعدها إدخال الإشارة إلى الثنائيّ D (ذي الانحياز الأمامي) الَّذي يقوم بدوره بتمرير الأجزاء الموجبة من الإشارة (المتغيرة وفقاً للإشارة الأصليّة) ويلغي الأجزاء السالبة. بعد الثنائيّ، يدخل الجزء الموجب من الإشارة إلى دارة توليف (Parallel LC) ذات تردّد رنين مساوٍ لتردّد الحامل (أي أن دارة LC تعمل كمذبذب على نفس تردّد الحامل fc). وتكون الإشارة الناتجة في مخرج دارة LC هي إشارة تضمين الاتّساع AM. كما يتضح من شكل (5).

حساب معامل تضمين الاتِّساع Modulation Index

يعرّف معامل التضمين Modulation Index بأنه النسبة بين الاتِّساع الأقصى لإشارة المعلومات Vm والاتّساع الأقصى للإشارة الحاملة Vc، ويرمز له بالرمز m حيث: $m = \frac{Vm}{Vc}$ (دون وحدة)

عادةً، يحسب معامل التضمين كنسبة مئويّة حيث: $m\% = \frac{Vm}{Vc} \times 100\%$

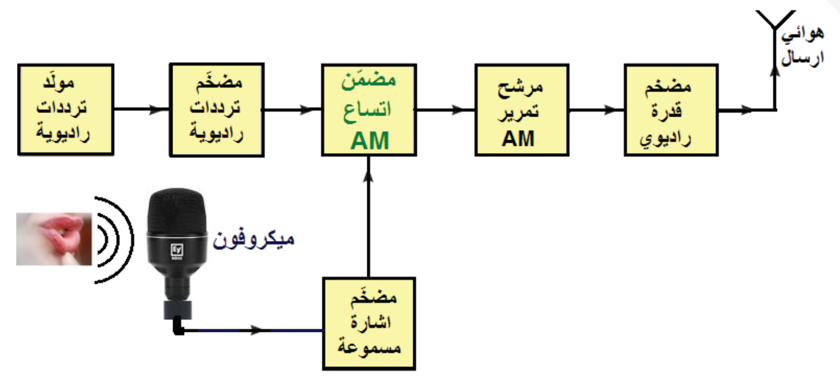
عملياً، عندما يكون معامل التضمين أكبر من واحد صحيح (100%) فإنَّ ذلك يسبب حدوث تشوهات في الإشارة المستقبلة، وهو ما يعرف بالتضمين الزائد (Over Modulation)؛ لذا تستخدم قيمة معامل تضمين أقلّ من 100% في عمليات الإرسال لتلافي التشويش. انظر شكل (6)



شكل (6): الحالات الثلاث لمعامل تضمين الاتّساع AM

تطبيقات تضمين الاتِّساع AM

يُعدّ جهاز الإرسال الإذاعيّ تضمين اتِّساع AM أحد أهمّ تطبيقات تضمين الاتّساع. انظر شكل: (7)



شكل (7): مخطّط صندوقي لجهاز إرسال تضمين اتِّساع AM

مبدأ العمل: يعمل المرسل المبين في شكل (7) كالآتي:

الوحدة	الوظيفة
الميكروفون	تحويل الصوت إلى إشارة كهربائيّة مكافئة.
مُضَخّم الإشارة المسموعة	تضخيم الإشارة الصوتية إلى المستوى المطلوب، لتتمكن من تضمين الإشارة الراديويّة الحاملة.
مولّد التردّدات الراديويّة (المذبذب المحلّيّ)	توليد إشارات راديويّة ذات تردّد عالٍ واتِّساع ثابت، وعند الحاجة لتردّدات عالية جدّاً تستخدم معه دارات مضاعفة التردّد.
مُضَخّم التردّدات الراديويّة	تضخيم الإشارة المولدة في المذبذب المحلّيّ، (يكون عادةً من الصنف A كي لا يشوه الإشارة كثيراً).
مضمّن الاتّساع Modulator	يعمل على تضمين الإشارة الحاملة بإشارة المعلومات (الصوتية)، وتستخلص الإشارة المضمّنة من مخرجه باستخدام مُرَشّح مناسب Filter
مُرَشّح تمرير AM	يعمل على تمرير الإشارة المضمّنة AM فقط، ويمنع الإشارات الأخرى من المرور.
مُضَخّم القدرة الراديويّ	يضخم الإشارة الراديويّة الناتجة من المضمن إلى الحد اللازم للإرسال، وعادةً ما يتكوّن من عدة مراحل.
هوائيّ الإرسال Antenna	وهو المرحلة النهائيّة في جهاز الإرسال، ويقوم بتحويل الإشارة الراديويّة إلى أمواج كهرومغناطيسيّة تنتشر في الفضاء.

نشاط (2) يطلب من الطلبة البحث عن دارة إلكترونيّة أخرى لمضمِّن الاتِّساع AM Modulator Circuit وكتابة تقرير يوضح مبدأعمل الدارة في تضمين الاتِّساع، على أن يحتوي التقرير على جدول بالعناصر المستخدمة في الدارة.



3-6 الموقف التعليميّ التعلميّ الثالث:
كشف تضمين الاتِّساع AM

وصف الموقف التعليميّ التعلميّ: حضر أحد الزبائن إلى ورشة لصيانة الأجهزة الإلكترونيّة لإصلاح جهاز استقبال إذاعيّ تضمين اتِّساع AM حيث أفاد الزبون بوجود تشويش كبير وانقطاع الاستقبال لفترات مختلفة. بعد الفحص الأولي تبين وجود عطل في دارة الكاشف (Detector).

العمل الكامل			
خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية (استراتيجية التعلم)	الموارد حسب الموقف الصفي
أجمع البيانات وأحللها	• جمع بيانات من الزبون عن: • عن طبيعة العطل في جهاز الاستقبال • وجود حرارة زائدة او رائحة احتراق عند تشغيل الجهاز. • تعرض الجهاز لاحدى الصدمات الميكانيكي. • جمع بيانات عن: • عمل دارة الكشف في اجهزة الاستقبال بتضمين AM. • اجهزة الاستقبال الاذاعي AM ووحداتها الرئيسية ومبدأ عملها. • الاعطال الشائعة وطرق اصلاحها في اجهزة الاستقبال بتضمين AM.	• التعلم التعاوني (مجموعات). • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• **الوثائق:** (طلب الزبون الخطي (وصف المهمة)، نماذج توثيق العمل. • كتب متخصصة عن اجهزة الاستقبال بتضمين AM). • **التكنولوجيا:** (مواقع إلكترونية تعليمية وفيديوهات على الانترنت عن مبدأ عمل وصيانة اجهزة الاستقبال بتضمين AM).
أخطط وأقرر	• اصنف البيانات عن (كشف تضمين الاتساع AM). • احدد خطوات العمل: • يناقش الطلبة جميع المعلومات التي تم جمعها. • تحديد خطوات فحص واختبار الوحدات الرئيسية في جهاز استقبال AM لاسيما دارة الكشف (Detector). • رسم مخطط صندوقي للوحدات الرئيسية في جهاز استقبال AM. • تحديد المواد والأجهزة اللازمة للعمل. • الاتفاق على خطوات توصيل وتشغيل واختبار الوحدات الرئيسية في جهاز استقبال AM. • إعداد جدول زمني للتنفيذ.	• الحوار والمناقشة. • عمل جماعي تعاوني منظم. • البحث العلمي.	• الوثائق: (نموذج جدولة وقت تنفيذ المهام، مخطط للوحدات الرئيسية في جهاز استقبال AM، كتالوجات، نشرات، صور، نموذج جدولة وقت تنفيذ المهام). • التكنولوجيا: (جهاز كمبيوتر).

أنفذ	• اوزّع العدد والمواد والأجهزة • اقوم بإنجاز المهمة والتي تشمل الآتي: 1. اشغل جهاز ارسال AM واضبطه. 2. ارسل اشارة معلومات على تردد حامل بمواصفات محددة. 3. اشغل جهاز استقبال AM واضبطه لاستقبال اشارات مضمنة بتضمين AM . 4. اعمل تراسل مناسب بين جهازي ارسال واستقبال AM . 5. اشاهد الاشارة في مدخل جهاز الاستقبال (قبل الكشف) للتاكد من سلامة الوصلة التراسلية. ما اسم هذه الاشارة؟ 6. ارسم الاشارة (قبل الكاشف) واقيس ترددها 7. اشاهد الاشارة بعد الكاشف. ما اسم هذه الاشارة؟ 8. ارسم الاشارة (بعد الكاشف) واقيس ترددها 9. اقارن اشارة المعلومات المرسلة واشارة المعلومات المستقبلة. 10. استبدل وحدة الكشف التالفة في جهاز الزبون.	• العمل الجماعي التعاوني. • الحوار والمناقشة. • العصف الذهني (استمطار الافكار).	**اجهزة ومعدات:** • نظام اتصال AM (مرسل ومستقبل). • جهاز راسم الإشارة (Oscilloscope). • جهاز مولّد اشارة (عدد 2). • (Function Generator). • جهاز قياس التردد. • (Frequency Counter). • كوابل ومجسات للفحص (Probes). • اسلاك وكوابل للتوصيل. • مصدر قدرة كهربائية مناسبة. • كاوي لحام وقصدير وفلكس. • وثائق تسجيل القراءات والرسومات والاستنتاجات. • كتالوجات وكتيبات النظام. • التكنولوجيا: (مواقع خاصة على الانترنت عن مبدأ عمل وصيانة اجهزة الاستقبال بتضمين AM).
أتحقق	• اتحقق من: (ظهور الاشارات المطلوبة، ترددات جميع الاشارات المقيسة وانها ضمن المتوقع، جودة الاشارة المستقبلة) • اتاكد من: (عمل جهاز الاستقبال AM ، قدرة الزبون على استخدام الجهاز)	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (العمل في مجموعات). • العصف الذهني (استمطار الافكار).	• الوثائق: (قائمة التدقيق الخاصة بالتحقق من العمل، كتالوجات وكتيبات نظام الاستقبال التماثلي AM). • اجهزة ومعدات: (جهاز قياس التردد، جهاز راسم اشارة). • التكنولوجيا: (مواقع انترنت خاصة بمبدأ عمل وصيانة اجهزة الاستقبال بتضمين AM).
أوثق وأعرض	• اوثّق نتائج العمل الكامل: (الخّص كل ما تم عمله من البداية إلى النهاية خطيّا على شكل خطوات متسلسلة منطقياً، وادوّن الملاحظات المختلفة عن: (كشف تضمين AM واجهزة استقبال AM). • اعرض ما تم انجازه. اعدّ ملف بالحالة: (كشف تضمين AM).	• النقاش في مجموعات. • لعب الادوار.	• التكنولوجيا: (أجهزة عرض، جهاز كمبيوتر، الإنترنت). • قرطاسية، منصة عرض.
أقوم	• رضا الزبون عن صيانة وتشغيل نظام الاستقبال الاذاعي الخاص به. • مطابقة عمل جهاز الزبون للمواصفات والمعايير.	• النقاش الجماعي. • حوار ومناقشة. • البحث العلمي (ادوات التقويم الاصيل).	• الوثائق: (ورقة العمل الخاصة بالتقييم ومناهج التقييم، منهجيات التقييم المتنوعة، كتالوجات وكتيبات نظام الاستقبال التماثلي AM). • التكنولوجيا: (الشبكة الإلكترونية (الإنترنت)).



الأسئلة:

1. ما المقصود بعمليّة الكشف (Detection)؟
2. فسّر سبب حدوث بعض التشوهات في شكل الإشارة المستقبلة أحياناً.
3. كيف تتصرف إذا لم تحصل على أيّة إشارة في مخرج جهاز الاستقبال؟
4. لماذا يجب دائماً وجود مذبذب محلّيّ في أجهزة الاستقبال التي تعمل بمبدأ السوبرهيترودواين؟



أتعلَّم:

كشف تضمين الاتِّساع AM

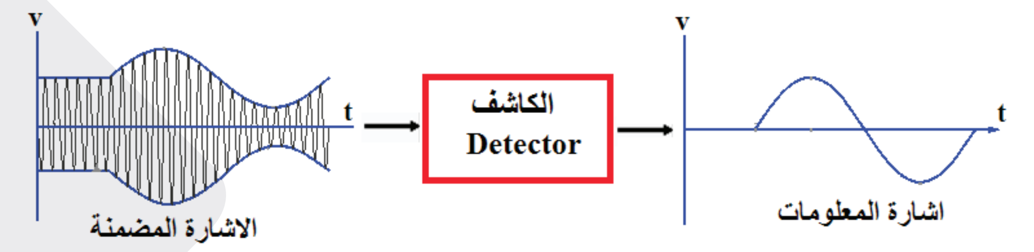
نشاط (1) انظر بتمعن إلى شكل (1)، هل يمكنك توقع اسم الجهاز الَّذي يحتوي هذه اللوحة؟ هل فكّرت يوماً في كيفيّة قيام جهاز الاستقبال الإذاعيّ بتحويل الإشارات الراديويّة الملتقطة إلى صوت مسموع ومفهوم؟



شكل (1): نشاط 1

الكشف (Detection)

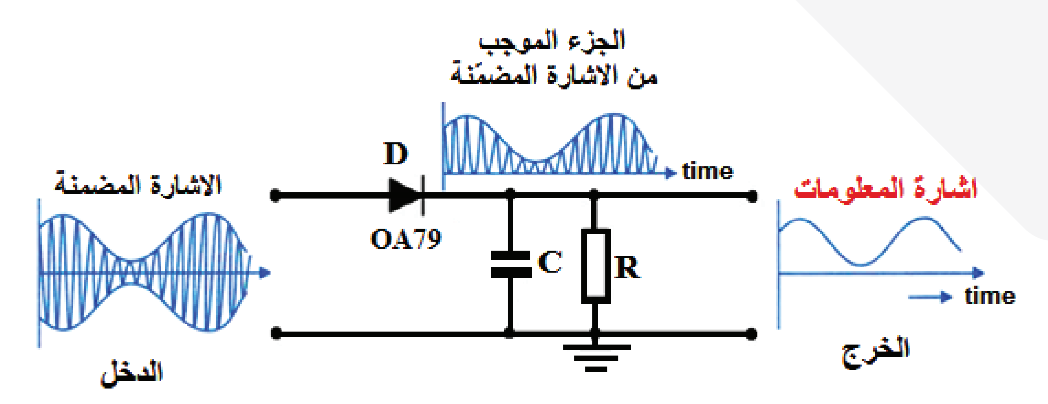
يعرَّف الكشف بأنه: استخلاص لإشارة المعلومات من الإشارة المضمّنة. أو بعبارةٍ أخرى هو عمليّة إزالة للتضمين (Demodulation)، ومن المفيد التذكر دائماً بأن الكشف يتم في أجهزة الاستقبال.
تسمّى الدارة الإلكترونيّة التي تقوم بهذه العمليّة بالكاشف (Detector)، انظر شكل (2)



شكل (2): الكشف Detection

كشف تضمين الاتِّساع AM

يمكن كشف موجات تضمين الاتّساع AM بأكثر من طريقة، وسنقوم هنا بشرح طريقة كشف الغلاف الخارجي للموجة المضمّنة (Envelope Detection) لبساطتها، وذلك باستخدام الدارة المبينة في شكل (3)



شكل (3): دارة كاشف غلاف تضمين الاتِّساع AM

شرح عمل الدارة:

يعمل الثنائيّ D كمقوّم، حيث يُمرّر الأجزاء الموجبة من الإشارة المضمّنة، بينما يمنع الأجزاء السالبة من المرور. يُشحن المواسع C حتى تصل الفولتية على طرفيه إلى ذروة جهد الإشارة الداخلة، وعندما تقل قيمة الإشارة الداخلة عن القيمة التي وصل إليها جهد المواسع، عندئذٍ يتوقف توصيل الثنائيّ؛ لأنّ جهد المواسع يكون أكبر من جهد الإشارة الداخلة في هذه اللحظة. ومن ثمَّ يقوم المواسع بالتفريغ في مقاومة الحمل R بمعدّل منخفض. وفي الدورة الموجبة الآتية، وعندما تصبح قيمة الإشارة المضمّنة الداخلة أكبر من جهد المواسع يوصل الثنائيّ مرةً أخرى، وتبدأ عمليّة شحن المواسع مرةً أخرى، وهكذا تتواصل عمليّة الشحن والتفريغ، ويكون الجهد في مخرج دارة الكاشف متتبعاً لغلاف الإشارة الداخلة (إشارة AM)، كما أن المواسع C يعمل أيضاً كدارة قصر بالنسبة للإشارة الحاملة (علّل) والتي لا تظهر في الخرج، وإنما يتم تفريغها في الأرضيّ، أيّ أننا استخلصنا إشارة المعلومات فقط في مخرج دارة كاشف الغلاف.

جهاز الاستقبال الإذاعيّ AM

منذ ظهور الإرسال الإذاعيّ في بدايات القرن العشرين (1906)، عانت أجهزة الاستقبال الإذاعيّ من مشاكل عديدة لعل أهمّها صعوبة توليفها (Tuning) لاختيار المحطات المرغوبة. واستمرت عمليّة تحسين أداء هذه الأجهزة وصولاً إلى استخدام مبدأ (السوبر هيترودايـن) الَّذي ساعد في حل مشكلة صعوبة اختيار المحطات المرغوبة، بالإضافة إلى تسهيل عمليات تكبير وكشف الإشارات المستقبلة وقصرها على تردّد وسطي ثابت يدعى (التردّد البيني). فما السوبرهيترودايـن (Superheterodyne)؟ وما مبدأ عمله؟

السوبرهيترودايـن (Superheterodyne) وإنتاج التردّد البيني (Intermediate Frequency)

بما أن جهاز الاستقبال الإذاعيّ (الراديو) يتعامل مع تردّدات عديدة، فهذا يجعل من الصعب على دارات الجهاز أن تتعامل مع هذه التردّدات جميعها بكفاءة متساوية. وللتغلب على هذه المشكلة وجعل دارات الجهاز تعمل بنفس الكفاءة عند جميع تردّدات المحطات المستقبلة، فقد تمَّ استخدام مبدأ السوبرهيترودايـن والذي يعرّف

بأنه: تخفيض تردّد الإشارة الراديويّة المستقبلة عند مدخل جهاز الراديو (مهما كان تردّدها) إلى تردّد ثابت يسمّى **التردّد البيني (IF).** وتكون قيمة هذا التردّد البيني كالآتي:

- 455 KHz لإشارة الموجة المتوسّطة (MW) والموجة القصيرة (SW) ذات تضمين الاتّساع AM.
- 10.7 MHz لإشارة التضمين الترددي FM.

تتم عمليّة تخفيض التردّد في دارتي المذبذب المحلّيّ (LO) والمازج (Mixer)، حيث تسمّى هاتان الدارتان بمغير التردّد. ويقوم المازج باستقبال إشارتين هما: الإشارة الراديويّة الملتقطة من قبل هوائيّ الجهاز، والإشارة الراديويّة المولّدة في المذبذب المحلّيّ، التي يكون مقدار تردّدها أعلى من تردّد الإشارة المستقبلة بمقدار ثابت، وهو قيمة التردّد البيني (IF)، فيعمل المازج على مزج الإشارتين معاً، وينتج في مخرجه مجموعة من الإشارات أهمّها إشارة الفرق بين إشارة المذبذب المحلّيّ والإشارة المستقبلة. وتسمّى إشارة الفرق هذه بإشارة التردّد البيني (IF)، ويتم انتقاؤها باستخدام مُرَشّحات لتغذيتها إلى مراحل التضخيم اللاحقة.

مثال: إذا كانت قيمة تردّد الإشارة الملتقطة لإحدى المحطات الإذاعيّة على الموجة المتوسّطة في جهاز استقبال إذاعيّ سوبرهيتروداين (تعديل اتّساع AM) تساوي (1000 KHz)، فكم يجب أن يكون تردّد الإشارة التي يولّدها المذبذب المحلّيّ في نفس الجهاز؟

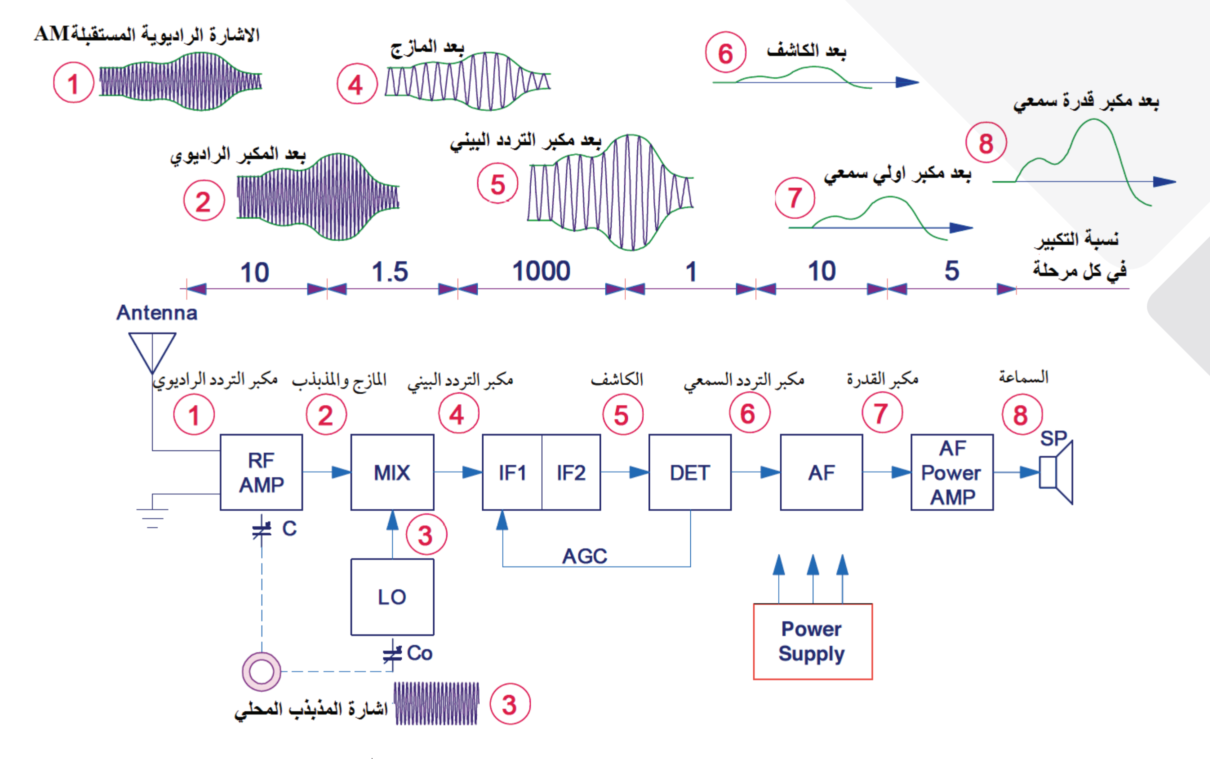
الحل:

(تردّد إشارة المذبذب المحلّيّ) - (تردّد المحطة) = التردّد البيني (IF)

(تردّد إشارة المذبذب المحلّيّ) = (تردّد المحطة) + التردّد البيني (FI) = 1000 + 455 = 1455KHz

جهاز استقبال إذاعيّ سوبرهيتروداين (تضمين اتّساع AM)

يُعدّ جهاز الاستقبال الإذاعيّ سوبرهيترودابن (تضمين اتّساع AM) من أهمّ تطبيقات كشف تضمين الاتّساع. يُبيّن شكل (4) المخطّط الصندوقي لهذا الجهاز مع توضيح شكل الإشارات الناتجة في كل مرحلة.



شكل (4): جهاز استقبال إذاعيّ سوبر هيتروداين تضمين اتِّساع AM

مبدأ العمل: يعمل المستقبل الإذاعيّ AM (سوبر هيتروداين) المبين في شكل (4) كالآتي:

الوحدة	الوظيفة
الهوائيّ (Antenna)	التقاط الأمواج الراديويّة من الفضاء، وتحويلها إلى إشارة كهربائيّة تدخل للجهاز.
مولّف (Tuner)	انتقاء تردّد المحطة المطلوبة.
مكبرراديويّ (RF AMP.)	تكبير الإشارة إلى المستوى الَّذي يمكّن المازج من التعامل معها.
المذبذب المحلِّيّ (LO)	توليد إشارة بتردّد مقداره يساوي (تردّد المحطة المستقبلة + 455 KHz) لاستخدامها في المازج.
المازج (MIX)	مزج إشارة المحطة المستقبلة مع إشارة المذبذب المحلِّيّ للحصول على إشارة التردّد البيني (IF)، ومقدارها في تضمين الاتِّساع (455 KHz) دائماً.
مكبر التردّد البيني (IF)	تكبير إشارة التردّد البيني إلى المستوى المطلوب على مرحلتين.
الكاشف (Detector)	استخلاص إشارة المعلومات الصوتية من الإشارة المضمّنة بتضمين AM.

مرحلة التردّد السمعي AF & (AF Power AMP)	تتكوّن من مرحلتين: الأولى تعمل كمكبر أولي، والثانية تعمل كمكبر قدرة.
السمّاعة	تحويل الإشارة الكهربائيّة إلى صوت مسموع.
(AGC): التحكم الذاتي في الكسب (Automatic gain control)	الحفاظ على اتساع مناسب لإشارة خرج الكاشف رغم التغيرات المحتملة في قوة الإشارة المستقبلة.

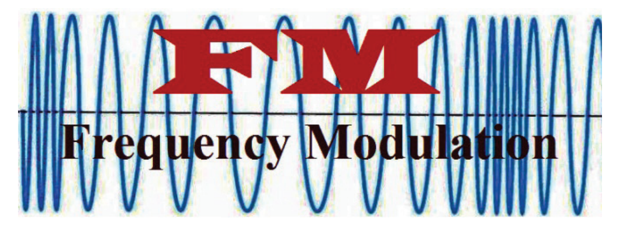
ويتم حساب مقدار التكبير الكلّيّ الّذي تكسبه الإشارة خلال جميع مراحل التكبير المبينة في شكل (4) على النحو الآتي:

التكبير الكلّيّ = $5\times10\times1\times1000\times10\times1.5 = 750000$



نشاط (2) ابحث في شبكة الإنترنت، أو في المراجع العلميّة المختصة عن النطاقات التردّدية المخصصة للإرسال الإذاعيّ AM على الموجة المتوسّطة MW والموجة القصيرة SW.

4-6 الموقف التعليميّ التعلميّ الرابع: تضمين التردّد FM



وصف الموقف التعليميّ التعلميّ: حَضَرَ أحد الزبائن إلى ورشة الصيانة الإلكترونيّة لإصلاح جهاز إرسال تضمين تردّد FM يعاني من عطل أوقفه عن الإرسال. بعد المعاينة الأوّليَّة واستفسار الزبون، تبين وجود تلف (احتراق) لبعض العناصر الإلكترونيّة في المضمّن.

العمل الكامل			
خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية (استراتيجية التعلم)	الموارد حسب الموقف الصفي
أجمع البيانات وأحللها	• جمع بيانات من الزبون عن: • طبيعة العطل الذي يعني منه الجهاز. • وجود حرارة زائدة او رائحة احتراق عند تشغيل جهاز الارسال. • وجود مناطق سوداء حول بعض العناصر الالكترونية في قسم التضمين في الجهاز. • تعرض الجهاز لصدمات ميكانيكية. • جمع بيانات عن: • التضمين التماثلي الترددي FM، واجهزة الارسال FM. • التوصيلات اللازمة لتشغيل جهاز ارسال FM. • خطوات تشغيل جهاز ارسال FM وطرق فحص الاشارات المختلفة وقياس تردداتها.	• التعلم التعاوني (مجموعات). • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: (الطلب الخطي للزبون، نماذج توثيق العمل، كتب علمية وكتالوجات متخصصة وحديثة حول اجهزة الارسال التماثلي الترددي FM). • التكنولوجيا: (مواقع إلكترونية تعليمية على الانترنت وفيديوهات عن اجهزة الارسال التماثلي FM ومكوناتها الاساسية ومراحل عملها).
أخطط وأقرر	• اصنف البيانات عن (تضمين التردد FM). • احدد خطوات العمل: • يناقش الطلبة جميع البيانات السابقة. • تحديد المواد والأجهزة اللازمة للعمل. • الاتفاق على مراحل فك العناصر التالفة ثم فحصها واستبدال التالف منها بآخر سليم • فحص عمل الوحدات الاخرى في المرسل والتاكد من سلامتها. • إعداد جدول زمني للتنفيذ.	• عمل جماعي تعاوني منظم. • الحوار والمناقشة. • العصف الذهني.	• الوثائق: (نموذج جدولة وقت تنفيذ المهام، دليل التشغيل لجهاز الارسال FM، كتالوجات، نشرات، صور). • التكنولوجيا: (جهاز كمبيوتر).

أنفذ	• اوزع العدد والمواد والأجهزة على المجموعات • اقوم بإنجاز المهمة والتي تشمل الآتي: 1. اوصّل جهاز ارسال FM ثم اقوم بتشغيله. 2. اشاهد الاشارة الحاملة في جهاز الارسال FM. 3. اقيس تردد الاشارة الحاملة. 4. اضبط مولد الاشارة للحصول على اشارة معلومات جيبيه باتساع وتردد محددين. 5. ادخِل اشارة المعلومات الى جهاز الارسال FM. 6. اشاهد الاشارة المضمنة في مخرج جهاز الارسال على شاشة راسم الاشارة. 7. اقيس تردد الاشارة المضمنة واقارنه بتردد الاشارة الحاملة وتسجيل النتيجة. 8. ازيد في اتساع اشارة المعلومات والاحظ تاثيره على تردد الاشارة المضمنة. 9. ارسم اشارة المعلومات والاشارة الحاملة والاشارة المضمنة. 10. استبدل العناصر التالف من جهاز الزبون.	• الحوار والمناقشة. • العصف الذهني (استمطار الافكار). • عمل جماعي تعاوني منظم (مجموعات صغيرة).	**اجهزة ومعدات:** • جهاز ارسال FM. • جهاز راسم الإشارة (Oscilloscope). • جهاز مولّد اشارة. • (Function Generator). • جهاز قياس التردد. • (Frequency Counter). • كوابل ومجسات للفحص (Probes). • اسلاك وكوابل للتوصيل. • مصدر قدرة كهربائية مناسبة. • كاوي لحام وقصدير وفلكس. • وثائق تسجيل القراءات والرسومات والاستنتاجات. • كتالوجات وكتيبات النظام. • التكنولوجيا: (مواقع انترنت خاصة باجهزة الارسال التماثلي FM).
أتحقق	• اتحقق من (ظهور كافة الاشارات كما هو متوقع، • ترددات جميع الاشارات المقيسة وانها ضمن المتوقع، الدقة في حساب التردد اذا تم قياسه باستخدام جهاز راسم الاشارة). • اتاكد من: (عمل جهاز الزبون، قدرة الزبون على استخدام الجهاز).	• الحوار والمناقشة • العصف الذهني (استمطار الافكار).	• الوثائق: (قائمة التدقيق الخاصة بالتحقق من العمل، كتيبات نظام الارسال التماثلي FM). • اجهزة ومعدات: (جهاز قياس التردد، جهاز راسم اشارة). • التكنولوجيا: (مواقع انترنت خاصة بمبدأ عمل وصيانة اجهزة الارسال التماثلي بتضمين FM).
أوثق وأعرض	• اوثّق نتائج العمل الكامل: (الخّص كل ما تم عمله من البداية إلى النهاية خطيّا على شكل خطوات متسلسلة منطقياً، وادوّن النتائج والرسومات و جميع القيم المقيسة والمحسوبة والملاحظات المختلفة عن: (تضمين FM واجهزة ارسال FM) • اعرض ما تم انجازه • اعدّ ملف بالحالة: (تضمين FM)	• النقاش في مجموعات. • لعب الادوار. • تقديم عرض بوربوينت (Power Point).	• التكنولوجيا: (أجهزة عرض، جهاز • كمبيوتر، الإنترنت). • قرطاسية، منصة عرض.
أقوم	• رضا الزبون عن اصلاح وتشغيل جهاز الارسال FM الخاص به. • مطابقة عمل جهاز الزبون بعد اصلاحه للمواصفات والمعايير.	• النقاش الجماعي. • حوار ومناقشة. • البحث العلمي (ادوات التقويم الاصيل).	• الوثائق: (ورقة العمل الخاصة بالتقييم ومناهج التقييم، منهجيات التقييم المتنوعة، كتالوجات وكتيبات نظام الارسال التماثلي FM). • التكنولوجيا: (الشبكة الإلكترونية (الإنترنت)).



الأسئلة:

1. ما المقصود بالتضمين الترددي (FM)؟
2. ما مقدار تردّد واتّساع إشارة المعلومات التي أرسلتها من جهاز الإرسال؟
3. لماذا يستخدم المذبذب المحلّيّ في جهاز الإرسال؟
4. هل حصلت على الإشارة الحاملة من مذبذب محلّيّ في المرسل، أم من مصدر خارجي كمولّد الإشارة؟ وكم كان تردّدها؟
5. ما تأثير زيادة اتّساع إشارة المعلومات على انحراف التردّد (Δf)؟
6. فسّر سبب عدم تساوي تردّد الإشارة المضمّنة مع تردّد الإشارة الحاملة.



أتعلّم:

تضمين التردّد (Frequency Modulation) FM



نشاط (1) هل سبق أن استمعت إلى الموسيقى عبر المذياع (الراديو)؟ هل لاحظت الفرق بين الاستماع لمحطة تبث بتضمين AM وبين محطة أخرى تبث بتضمين FM؟ أيهما أفضل برايك؟ ولماذا؟



شكل (1): نشاط 1

تضمين التردّد FM

تبين الإشارات في شكل (2) كلاً من:

- إشارة المعلومات.
- الإشارة الحاملة.
- الإشارة المضمّنة بتضمين التردّد FM.

$x(t)$ اشارة المعلومات t

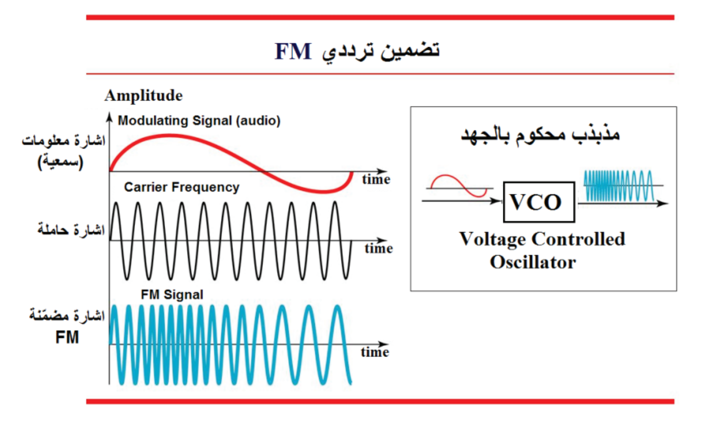
carrier wave الاشارة الحاملة t

FM wave الاشارة المضمنة FM t

شكل (2): تضمين التردّد FM

وهي تبين بوضوح كيف يتم تغيير تردّد الإشارة الحاملة تبعاً لتغيرات اتّساع إشارة المعلومات للحصول على الإشارة المضمّنة تردّدياً FM

وعليه، يعرّف تضمين التردّد FM بأنّه: تغيير تردّد الإشارة الحاملة تبعاً لتغيرات اتّساع إشارة المعلومات، مع المحافظة على اتّساع الإشارة الحاملة ثابتاً.



شكل (3): مضمن تردّدي FM بسيط

يوضح شكل (3) عمل دارة تضمين تردّدي FM بسيطة تستخدم مذبذباً محكوماً بالجهد (VCO) يتم التحكم بتردّد مخرجه بواسطة جهد إشارة المعلومات المدخلة.

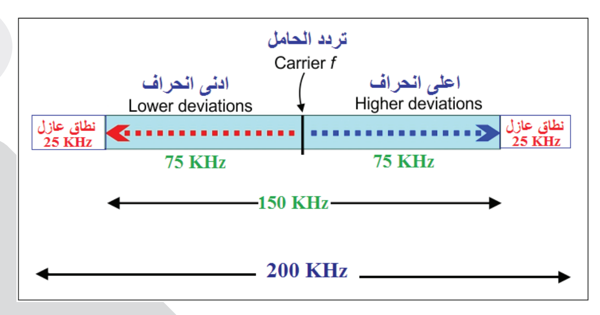
انحراف التردّد (Δf :Frequency Deviation) ومعامل التضمين التردّدي (fm)

يلاحظ من شكل (2) أن تردّد الإشارة المضمّنة يزداد بازدياد اتّساع إشارة المعلومات، ويتناقص بتناقص اتّساعها، ويكون تردّد الإشارة المضمّنة أكبر ما يمكن عند الاتّساع الأقصى الموجب لإشارة المعلومات.

يعرّف انحراف التردّد (Δf) عند الإرسال بالتضمين التردّدي FM بأنه: مقدار أعلى تغير في تردّد الإشارة المضمّنة FM مقارنة بالتردّد الاسمي للإشارة الحاملة (Carrier).

يكتسب انحراف التردّد (Δf) أهمِّيَّة خاصّة فيما يتعلق بعرض النطاق (BW) للمحطة (القناة) الإذاعيّة؛ لأنّ الانحراف الصغير يعني أن أكثر من قناة يمكن أن تتداخل في نفس الطيف التردّدي المخصص للقناة؛ مما يتسبب في حدوث تشويش التداخل (Interference Noise).

في النطاق التردّدي المخصص للبث الإذاعيّ (88-108 MHz) FM يخصص لكل قناة إذاعيّة عرض نطاق تردّدي مقداره (200 KHz) على طرفي تردّد الإشارة الحاملة، ويسمح بانحراف أقصى للتردّد (Δf) مقداره (75 KHZ)، ويترك الـ (50 KHz) المتبقّية كنطاق عازل بين أعلى وأقل تردّد للحد من التداخل مع القنوات الأخرى لتلافي التشويش. انظرشكل (4)



شكل (4): انحراف التردّد وعرض نطاق القناة الإذاعيّة

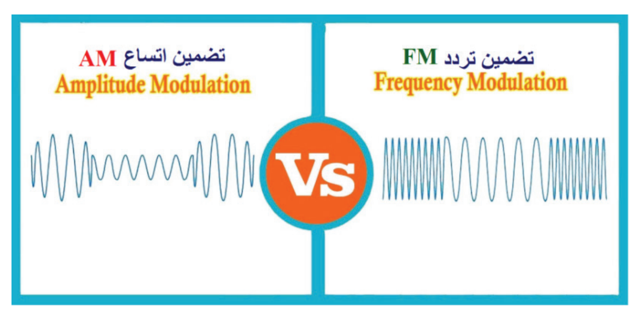
أما معامل تضمين التردّد (mf) فيعرف بأنّه: النسبة بين انحراف التردّد (Δf) وتردّد إشارة المعلومات (fm)، أيّ أن: $mf = \frac{\Delta f}{fm}$

فإذا كان تردّد إشارة المعلومات يساوي (25 KHz) مثلاً فإنَّ معامل التضمين يكون: $mf = \frac{\Delta f}{fm} = \frac{75}{25} = 3$

ويلاحظ هنا أن زيادة معامل التضمين (mf) عن الواحد الصحيح لا يتسبب في حدوث أيّ مشاكل مقارنة بما يحدث من تشويه للإشارة المستقبلة عند زيادة معامل تضمين الاتّساع AM عن الواحد.

مقارنة بين تضمين التردّد FM وتضمين الاتِّساع AM

يمتاز تضمين التردّد FM مقارنة بتضمين الاتّساع AM بالآتي:



شكل (5): تضمين AM مقابل تضمين FM

1. أن إشارة FM لا تتأثر بالتشويش مثل إشارة AM، وبالتالي فإنَّ جودة المعلومات المستقبلة في تضمين التردّد تكون أكبر.
2. يمكن خفض التشويش أيضاً بزيادة انحراف التردّد (Δf)، وهذه ميزة غير متوفرة في تضمين الاتِّساع؛ لأنّ تجاوز معامل التضمين بنسبة 100% يتسبب بتشوه خطير للإشارة المستقبلة.
3. تستخدم معظم البرامج الموسيقية تضمين FM لأنه ذو نطاق تردّدي عريض (200 KHz) تحتاجه تلك البرامج.
4. التردّد العالي لإشارة FM مقارنة بإشارة AM يمكننا من صنع هوائيّ قصير.

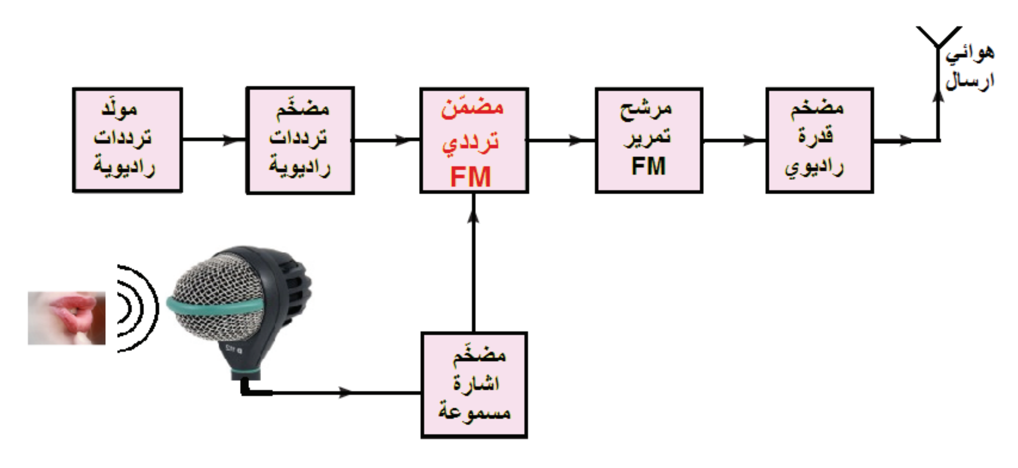
وفي المقابل، هناك بعض العيوب لتضمين FM مقارنة بتضمين AM، ومن هذه العيوب:

1. يحتاج تضمين التردّد FM إلى عرض نطاق أكبر، يمكن أن يصل إلى عشرة أمثال ما يحتاجه تضمين الاتِّساع AM.
2. تُعَدّ تجهيزات إرسال واستقبال إشارات FM أكثر تعقيدا، وخصوصاً من أجل التضمين وكشفه.
3. منطقة الاستقبال لإشارات FM هي أصغر بكثير بالمقارنة مع إشارات AM نظراً؛ لأنّ استقبال إشارات FM محدود بخط النظر.

تطبيقات تضمين التردّد FM

يستخدم تضمين FM بشكل واسع في أجهزة الإرسال، وذلك بفضل مناعته ضد التشويش الخارجي، وقلّة التشوهات (Distortion) اللا خطّيّة الموجودة فيه. كما يستخدم في أجهزة الإرسال المخصصة لبث

الصوت على الموجات القصيرة جداً (VHF) في أجهزة التلفزيون، وفي أغراض الاتّصال اللاسلكيّ الموجّه (اتّصالات خط النظر)، وفي كثير من الأنظمة اللاسلكيّة. وسنكتفي هنا بدراسة جهاز الإرسال الإذاعيّ تضمين تردّد FM كأحد أهمّ هذه التطبيقات. شكل (6) يُبيِّن المخطّط الصندوقي لهذا الجهاز.



شكل (6) المخطّط الصندوقي لمرسل تضمين تردّدي FM

مبدأ العمل: يعمل المرسل المبين في شكل (6) كالآتي:

الوحدة	الوظيفة
الميكروفون	يحوّل الصوت إلى إشارة كهربائيّة مكافئة.
مُضَخّم الإشارة المسموعة	يضخّم الإشارة الصوتية إلى المستوى المطلوب
مولّد التردّدات الراديويّة	يولّد إشارات راديويّة ذات تردّد عالٍ واتّساع ثابت ضمن النطاق التردّدي (88MHz-108MHz)، وتستخدم معه دارات مضاعفة التردّد.
مُضَخّم التردّدات الراديويّة	يعمل على تضخيم الإشارة المولدة.
مضمّن التردّد	يعمل على تضمين الإشارة الحاملة تردّدياً FM بإشارة المعلومات (السمعية)
مُرَشّح تمرير FM	يمرر الإشارة المضمّنة FM فقط، ويمنع الإشارات الأخرى من المرور
مُضَخّم القدرة الراديويّ	يضخم الإشارة الراديويّة الناتجة من المضمن FM إلى الحد اللازم للإرسال
هوائيّ الإرسال	يقوم بتحويل الإشارة الراديويّة إلى أمواج كهرومغناطيسيّة تنتشر في الفضاء



نشاط (2) يطلب من الطلبة البحث عن دارة إلكترونيّة بسيطة لمضمّن تردّد FM Modulator Circuit، يحتوي على ثنائيّ سعوي (Varactor Diode)، وكتابة تقرير يوضح مبدأ عمل الدارة في تضمين الإشارات، بالإضافة إلى جدول بالعناصر المستخدمة في الدارة.

5-6 الموقف التعليميّ التعلميّ الخامس:

كشف تضمين التردّد FM

وصف الموقف التعليمي التعلميّ: حضر أحد الزبائن إلى ورشة لصيانة الأجهزة الإلكترونيّة لإصلاح جهاز استقبال إذاعيّ تضمين تردّد FM.

حيث أفاد الزبون بتوقف الجهاز عن استقبال أيّ محطة.

بعد المعاينة واستفسار الزبون، تبين أن العطل في دارة الكاشف (Detector).

العمل الكامل			
خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية (استراتيجية التعلم)	الموارد حسب الموقف الصفي
أجمع البيانات وأحللها	• جمع بيانات من الزبون عن: • طبيعة المشكلة التي يعاني منها الجهاز • وجود حرارة زائدة او رائحة احتراق عند تشغيل الجهاز. • وجود مناطق داكنة حول بعض العناصر الالكترونية في الكاشف (Detector). • تعرض الجهاز للصدمات. • جمع بيانات عن: • عمل دارة الكشف في اجهزة الاستقبال بتضمين التردد FM. • اجهزة الاستقبال الاذاعي FM ووحداتها الرئيسية ومبدأ عملها. • الاعطال الشائعة وطرق اصلاحها في اجهزة الاستقبال بتضمين التردد FM. • نماذج التوثيق التي تلزم في هذه المهمة.	• التعلم التعاوني (مجموعات). • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: (طلب الزبون الخطي، نماذج توثيق العمل، كتب متخصصة وكتالوجات خاصة باجهزة الاستقبال بتضمين التردد FM). • التكنولوجيا: (مواقع إلكترونية تعليمية على الانترنت وفيديوهات عن مبدأ عمل وصيانة اجهزة الاستقبال بتضمين التردد FM).
أخطط وأقرر	• اصنف البيانات عن (كشف تضمين التردد FM). • احدد خطوات العمل: • مناقشة جميع البيانات التي تم جمعها. • تحديد خطوات فحص واختبار الوحدات الرئيسية في جهاز استقبال FM لاسيما دارة الكشف (Detector). • رسم مخطط صندوقي للوحدات الرئيسية في جهاز استقبال FM. • الاتفاق على خطوات توصيل وتشغيل واختبار الوحدات الرئيسية في جهاز استقبال FM. • تحديد المواد والأجهزة اللازمة للعمل. • إعداد جدول زمني للتنفيذ.	• العصف الذهني (استمطار الافكار). • الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (مجموعات).	• الوثائق: (مخطط صندوقي للوحدات الرئيسية في جهاز استقبال FM، كتالوجات، نشرات، صور خاصة باجهزة الاستقبال FM، نموذج جدولة وقت تنفيذ المهام). • التكنولوجيا: (جهاز كمبيوتر).

أنفذ	• اوزع العدد والمواد والأجهزة على المجموعات • اقوم بإنجاز المهمة والتي تشمل الآتي: 1. اشغل جهاز ارسال FM واضبطه لارسال اشارة معلومات بمواصفات محددة. 2. ارسل اشارة معلومات بمواصفات محددة. 3. اشغل جهاز استقبال FM واضبطه لاستقبال اشارات مضمنة بتضمين FM. 4. اعمل تراسل بين جهازي ارسال واستقبال FM 5. اشاهد الاشارة في مدخل جهاز الاستقبال (قبل الكشف) للتاكد من سلامة الوصلة التراسلية. ما الذي تمثله هذه الاشارة؟ 6. ارسم الاشارة (قبل الكشف) واقيس ترددها 7. اشاهد الاشارة في مخرج الكاشف ما الذي تمثله هذه الاشارة؟ 8. ارسم الاشارة في مخرج الكاشف واقيس ترددها. 9. اقارن اشارة المعلومات المرسلة واشارة المعلومات المستقبلة. 10. استبدل وحدة الكشف التالفة في جهاز الزبون.	• التعلم التعاوني (العمل في مجموعات). • الحوار والمناقشة. • العصف الذهني (استمطار الافكار).	**اجهزة ومعدات:** • نظام اتصال تماثلي FM (مرسل ومستقبل). • جهاز راسم الإشارة (Oscilloscope). • جهاز مولّد اشارة • (Function Generator) • جهاز قياس التردد • (Frequency Counter) • كوابل ومجسات للفحص (Probes) • اسلاك وكوابل للتوصيل • مصدر قدرة كهربائية مناسبة • كاوي لحام وقصدير وفلكس. • وثائق تسجيل القراءات والرسومات والاستنتاجات. • كتالوجات وكتيبات النظام. • التكنولوجيا: مواقع انترنت خاصة باجهزة الاستقبال FM.
أتحقق	• اتحقق من: (ظهور كافة الاشارات كما هو مطلوب، ترددات جميع الاشارات المقيسة وانها ضمن المتوقع، جودة الاشارة المستقبلة وان تكون مماثلة لاشارة المعلومات المرسلة). • التاكد من: (عمل جهاز الزبون، قدرة الزبون على استخدام الجهاز).	• التعلم التعاوني (العمل في مجموعات). • العصف الذهني (استمطار الافكار). • الحوار والمناقشة.	• الوثائق: (قائمة التدقيق الخاصة بالتحقق من العمل، المخطط الصندوقي للوحدات الرئيسية في جهاز استقبالFM، كتالوجات، نشرات، صور خاصة باجهزة الاستقبال بتضمين التردد FM). • التكنولوجيا: مواقع انترنت خاصة باجهزة الاستقبال بتضمين التردد FM.

أوثق وأعرض	• اوثّق نتائج العمل الكامل: (الخّص كل ما تم عمله من البداية إلى النهاية خطيّا على شكل خطوات متسلسلة منطقياً، وادوّن النتائج والرسومات و جميع القيم المقيسة والمحسوبة والملاحظات المختلفة عن: (كشف تضمين FM واجهزة استقبال FM). • اعرض ما تم انجازه. • اعدّ ملف بالحالة: (كشف تضمين FM).	• النقاش في مجموعات • لعب الادوار	• التكنولوجيا: (أجهزة عرض، جهاز كمبيوتر، الإنترنت) • قرطاسية، منصة عرض.
أقوم	• رضا الزبون عن اصلاح وتشغيل جهاز الاستقبال FM الخاص به. • مطابقة عملية اصلاح جهاز الزبون للمواصفات والمعايير.	• النقاش الجماعي. • حوار ومناقشة. • البحث العلمي (ادوات التقويم الاصيل).	• الوثائق: (ورقة العمل الخاصة بالتقييم ومناهج التقييم، منهجيات التقييم المتنوعة، نشرات خاصة بإصلاح اجهزة الاستقبال الاذاعي FM). • التكنولوجيا: (الشبكة الإلكترونية (الإنترنت)).



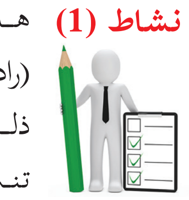
الأسئلة:

1. ما مقدار تردّد واتّساع إشارة المعلومات التي أرسلتها من جهاز الإرسال؟
2. هل حصلت على الإشارة الحاملة من مذبذب محلّيّ في المرسل، أم من مصدر خارجي كمولّد الإشارة؟ وكم كان تردّدها؟
3. هل كانت إشارة المعلومات المستقبلة مماثلة تماماً لإشارة المعلومات المرسلة؟ علّل سبب الاختلاف بينهما إن وجد.



أتعلَّم:

كشف التضمين الترددي FM



نشاط (1) هل قمت يوما بفتح جهاز استقبال إذاعيّ (راديو) للتعرف على مكوِّناته؟ إن لم تفعل ذلك سابقاً فحاول الآن مع جهاز تالف، ولا تنس أن تفصل مصدر التغذية الكهربائيّة عن الجهاز قبل البدء بفكه.

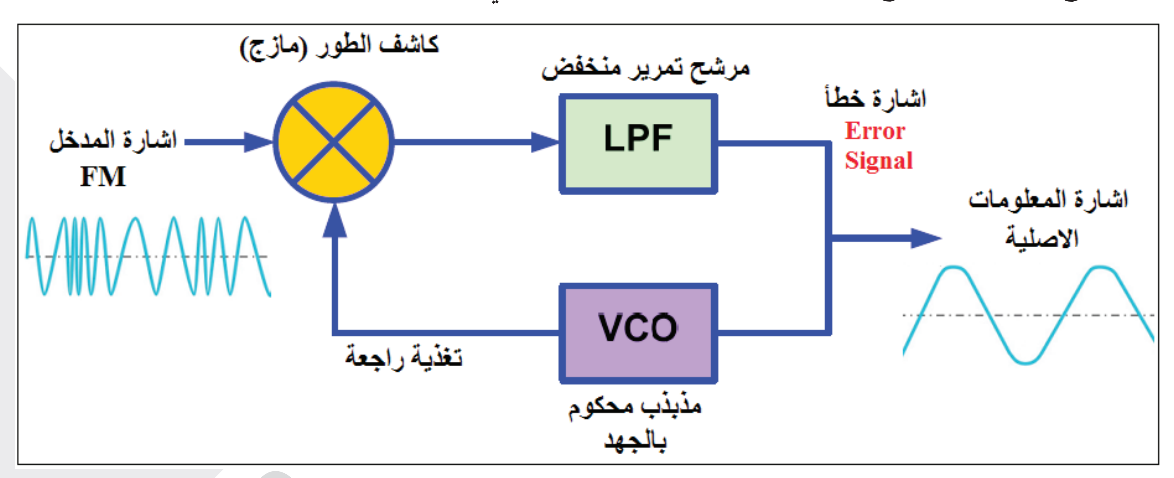
شكل (1): نشاط 1

عادة ما يتم كشف تضمين التردّد FM عن طريق تحويل التغيرات في التردّد إلى تغيرات في الأتِّساع، ثمَّ يستخدم كاشف تضمين الأتِّساع لكشف تلك التغيرات، وبالتالي استخلاص إشارة المعلومات من الإشارة المضمّنة FM.

تستخدم دارات وطرق عديدة لكشف تضمين التردّد، ومن أشهرها الآتي:

1. المميز من نوع فوستر سيلي (Foster-Seely Discriminator).
2. كاشف النسبة (Ratio Detector).
3. حلقة الطور المغلقة (Phase-Locked Loop: PLL)، وتُعَدّ من أفضل دارات كشف تضمين التردّد FM وهي عبارة عن دارة تحكم (تغذية راجعة) تتحسس في عملها تغير التردّد أو الطور.

تتكوّن جميع دارات هذا النوع من ثلاثة أجزاء، كما هو مبين في شكل (2).



شكل (2): دارة حلقة الطور المغلقة (PLL)

أ. كاشف الطور أو دارة المزج (Phase Detector or Mixer)

ب. دارة مذبذب محكوم بالجهد (VCO).

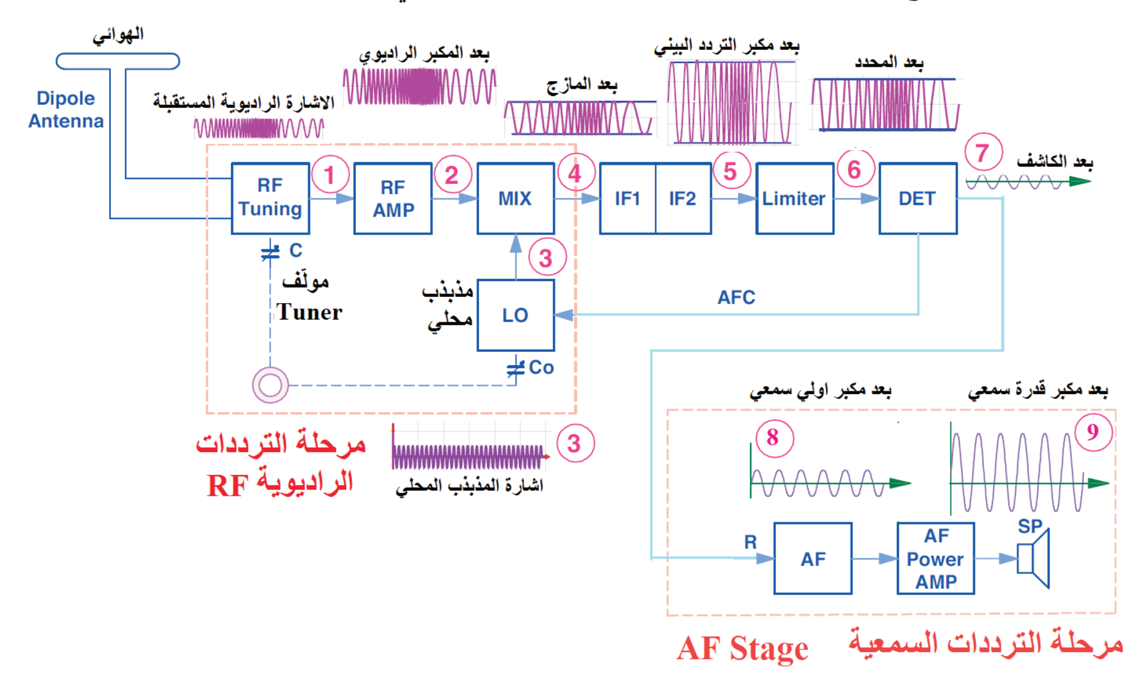
ج. مُرَشّح تردّد منخفض (Low-Pass Filter) ذو تردّد قطع (f_c) يسمح بمرور إشارة المعلومات m(t).

جهاز استقبال إذاعيّ سوبرهيتروداين (تضمين تردّدي FM)

يُعدّ جهاز الاستقبال الإذاعيّ سوبرهيتروداين (تضمين تردّدي FM) أحد أهمّ تطبيقات كشف تضمين التردّد. يُبيِّن شكل (3) المخطّط الصندوقي لهذا الجهاز، مع توضيح شكل الإشارات الناتجة من كل مرحلة.

يعمل جهاز الاستقبال الإذاعيّ المبيّن في شكل (3) على استقبال المحطات ذات التردّدات المحصورة ضمن المجال التردّدي (88 MHz - 108 MHz).

الجدول المبين أدناه يشرح وظيفة كل وحدة من وحدات الجهاز كالآتي:



شكل (3): المخطّط الصندوقي لجهاز استقبال إذاعيّ FM سوبرهيترودواين

الوحدة	الوظيفة
الهوائيّ (Antenna)	التقاط الأمواج الراديويّة من الفضاء وتحويلها إلى إشارة كهربائيّة تدخل للجهاز.
مولّف (Tuner)	انتقاء تردّد المحطة المطلوبة.
مكبر راديويّ (RF AMP.)	تكبير إشارة المحطة المنتقاة.
المذبذب المحلّيّ LO (Local Oscillator)	توليد إشارة بتردّد مقداره (تردّد المحطة المستقبلة + 10.7 MHz) لاستخدامها في المازج.
المازج (Mixer)	مزج الإشارة المستقبلة مع إشارة المذبذب المحلّيّ للحصول على إشارة التردّد البيني، وهي إشارة الفرق بين الإشارتين المدخلتين للمازج، ومقدارها في تضمين التردّد 10.7 MHz دائماً.

مكبر التردّد البيني IF	وفيها يتم تكبير إشارة التردّد البيني إلى المستوى المطلوب على ثلاث مراحل.
المحدّد (Limiter)	يزيل التغيرات الحاصلة على اتّساع إشارة التردّد البيني، لجعله في مستوى ثابت ومحدّد.
الكاشف (Detector)	استخلاص إشارة المعلومات الصوتية من الإشارة المضمّنة بتضمين التردّد FM
مرحلة التردّد السمعي	تتكوّن من مرحلتين: الأولى تعمل كمكبر أولي، والثانية تعمل كمكبر قدرة.
السمّاعة (Speaker)	تحويل الإشارة الكهربائيّة إلى صوت مسموع.
(AFC): التحكم التلقائي في التردد (Automatic Frequency control)	الحفاظ على دارة الرنين موالفة عند تردد الإشارة الراديوية المستقبلة.

نشاط (2)

ابحث في الإنترنت والمراجع المختصة، عن دارة كشف تضمين تردّدي FM تستخدم المميز من نوع فوستر سيلي (Foster-Seely Discriminator)

نشاط (3)



ابحث في الإنترنت والمراجع المختصة، عن دارة كشف تضمين تردّدي تردّدي FM تستخدم مميز كاشف النسبة (Ratio Detector).

ملاحظة: يمكن أن يكلّف نصف الطلبة بتنفيذ نشاط 2، بينما يكلّف النصف الآخر بتنفيذ نشاط 3.



أســــئلة الوحـدة

السؤال الأول: ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1. ما الصيغتان الممكنتان لإشارة المعلومات من حيث نوعية الإشارة؟			
أ. تماثليّة ومثلثة.	ب. رقميّة ونبضيّة.	ج. نبضيّة ومربّعة.	د. تماثليّة ورقميّة.
2. أي من الآتية تُعَدّ من خصائص الإشارة التماثليّة؟			
أ. متصلة خلال زمن ما.	ب. منفصلة خلال زمن ما.	ج. منخفضة التردّد.	د. تغيراتها حادة.
3. أي من الآتية يُعدّ من مكوِّنات قسم الإرسال؟			
أ. الليف البصري.	ب. السمّاعة.	ج. الكاشف.	د. الميكروفون.
4. كم يبلغ عرض النطاق الترددي لإشارة معلومات صوتية تقع ضمن النطاق التردّدي 300 Hz ولغاية 3400 Hz؟			
أ. 3400 Hz	ب. 3100 Hz	ج. 300 Hz	د. 3700 Hz
5. أي أنواع التشويش الآتية يُعدّ تشويشاً داخليّاً؟			
أ. تشويش جوي.	ب. تشويش صناعيّ.	ج. تشويش كوني.	د. تشويش ناتج عن الحرارة.
6. كم ينبغي لقيمة (SNR) أن تكون، حتى تكون كفاءة نظام الاتّصال عالية؟			
أ. متوسّطة.	ب. كبيرة.	ج. صغيرة.	د. متوسّطة مائلة للصغر.
7. إلى أيّ أنماط الاتّصال ينتمي نظام الاتّصال الخليويّ؟			
أ. اتّصال نصف مزدوج.	ب. اتّصال بسيط.	ج. اتّصال مزدوج كامل.	د. اتّصال معقد.
8. إذا كان تردّد المحطة المستقبلة في جهاز استقبال إذاعيّ FM سوبر هيتروداين، يساوي (100 MHz)، فكم يبلغ تردّد إشارة المذبذب المحلّيّ؟			
أ. 100 MHz	ب. 90.7 MHz	ج. 89.3 MHz	د. 110.7 MHz
9. بماذا يمتاز تردّد الإشارة الحاملة (Carrier)؟			
أ. مرتفع.	ب. معتدل.	ج. منخفض.	د. متوسّط.
10. ما مقدار النطاق الترددي المخصص لكل قناة إذاعيّة في التضمين التردّدي FM؟			
أ. 25 KHz	ب. 200 KHz	ج. 150 KHz	د. 75 KHz

السؤال الثاني: فسِّر ما يأتي:

1. استخدام المذبذب المحلّيّ والمازج في أجهزة الاستقبال الإذاعيّ سوبر هيتروداين.
2. لا تتاثر إشارة FM بالتشويش مثل إشارة AM.
3. يفضل بث البرامج الموسيقية باستخدام تضمين التردّد FM.

السؤال الثالث:

أ. إذا كانت قدرة جهاز إرسال عند مخرجه تساوي (1 KW)، ونسبة الإشارة إلى التشويش لنفس الجهاز تساوي (100). فاحسب قدرة إشارة التشويش عند مخرج جهاز الإرسال.

ب. إذا استخدم نظام إرسال كوابل محورية ذات عرض نطاق من (100 MHz) إلى (400 MHz) لنقل الإشارات، فأوجد:

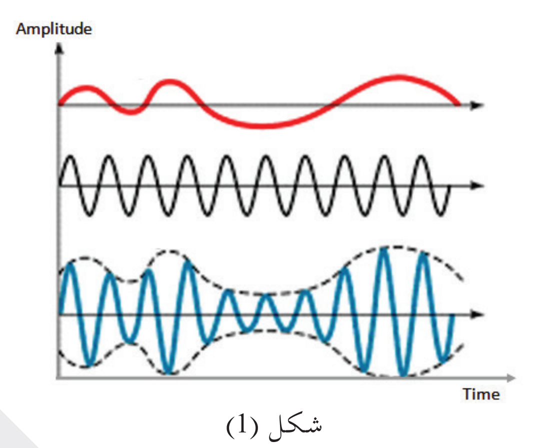
1. عرض نطاق القناة (BW_{ch}).
2. هل تسمح هذه القناة بمرور الإشارات السمعية؟

السؤال الرابع: ما المقصود بالآتية:

- معامل تضمين AM
- التشويش (Noise)
- كاشف الغلاف
- مبدأ السوبرهيترودايين
- عرض النطاق BW
- التضمين (Modulation)
- الكشف (Detection)
- انحراف التردّد

السؤال الخامس: أنعم النظر في شكل (1)، ثمَّ أجب عن الأسئلة الآتية:

1. ما الَّذي تمثله كل من الإشارات الثلاث المبينة في شكل (1)؟
2. ما نوع التضمين المستخدم؟
3. هل معامل التضمين المستخدم هو أكبر أو أصغر أو يساوي الواحد الصحيح (100%)؟



شكل (1)

السؤال السادس:

أ. قارن بين تعديل الاتِّساع AM وتعديل التردّد FM في كل من الآتي:

1. نقاوة الصوت
2. هوائيّ الاستقبال
3. التردّد البيني IF
4. مدى الإرسال

ب. جهاز استقبال AM سوبرهيترودايين يستقبل محطة إذاعيّة بتردّد (600 KHz)، احسب التردّد الَّذي يولده المذبذب المحلِّيّ في هذه الحالة.

ج. ما عمل المحدّد (Limiter) في جهاز الاستقبال الإذاعيّ (FM)؟

انتهت الأسئلة

المشروع الأوّل:

عمل دارة إرسال إذاعيّ FM وتجربتها. على أن يحتوي المشروع الآتي:

1. شرحاً حول مبدأ عمل الدارة المستخدمة.
2. مخطّطاً كهربائيّاً تفصيليّاً للدارة.
3. جدولاً بالقطع والمواد المستخدمة.
4. مدى البث للدارة بعد تجربتها عملياً.

المشروع الثّاني:

عمل محطة إرسال إذاعيّ FM باستخدام جهاز (AM، FM Signal Generator) أو ما يماثله في الوظيفة، والذي يظهر في شكل (2).



شكل (2): جهاز مولد اشارتي (AM، FM)

حيث يمكن استخدامه مع عناصر ووحدات أخرى في عمل محطة إذاعة محلِّيّة في المشغل، أو حتى في حرم المدرسة. على أن يتضمن المشروع الآتي:

1. شرحاً موجزاً حول طريقة عمل المحطة الإذاعيّة.
2. مخطّطاً كهربائيّاً صندوقياً لوحدات المحطة بالتسلسل المنطقيّ.
3. جدولاً بالوحدات (كيبل محوري، مكبر راديويّ، هوائيّ، ...) والمواد المستخدمة.
4. مدى البث للدارة بعد تجربتها عملياً.

الوحدة السابعة

تصميم الهوائيّات وتركيبها



الهوائيّ مجرد أداة تتكوّن من سلك معدنيّ، ويشكّل حلقة وصل بين نظامين منفصلين لا يربط بينهما شيء سواها!

الوحدة السابعة: تصميم الهوائيّات وتركيبها

يتوقع من الطلبة بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة، والتفاعل مع أنشطتها، أن يكونوا قادرين على توظيف المعارف والمهارات المختلفة في تمييز الهوائيّات وتركيبها وتصميمها، من خلال تحقيق الأهداف الآتية:

1. تشغيل نظام اتِّصالات بالأمواج الكهرومغناطيسيّة.
2. تمييز الهوائيّات أحاديّة القطب وثنائيّة القطب.
3. تمييز الهوائيّات الحلقيّة والحلزونيّة.
4. تمييز هوائيّات الميكروويف والاتِّصالات الخلويّة.
5. تصميم هوائيّ ياغي-أودا.
6. تركيب الهوائيّ الصحنيّ.
7. برمجة جهاز استقبال القنوات الفضائيّة.

الكفايات المهنيّة:

الكفايات المتوقع من الطلبة امتلاكها بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة، والتفاعل مع أنشطتها:

أوّلاً- الكفايات الحرفية

- القدرة على تحليل البيانات وتوظيفها لتصميم الهوائيّات.
- القدرة على تمييز الهوائيّات بأنواعها المختلفة.
- القدرة على تركيب محطة استقبال منزلية للقنوات الفضائيّة.
- القدرة على برمجة الرسيفرات.

ثانياً- الكفايات الاجتماعية والشخصيّة

- مصداقيّة التعامل مع الزبون.
- حفظ خصوصيّة الزبون.
- الاستعانة بذوي الخبرة والاختصاص عند الحاجة.
- العمل ضمن فريق ومساعدة الآخرين.
- التواصل وتبادل الخبرات مع الآخرين.
- الالتزام بالمواعيد وأخلاقيّات المهن.
- المبادرة إلى الاستفسار والاستكشاف والقدرة على الوصول للمعلومة.
- القدرة على تطوير الذات ومتابعة الأمور الفنِّيّة المستجدّة وتطوير المهارات.

ثالثاً- الكفايات المنهجيّة

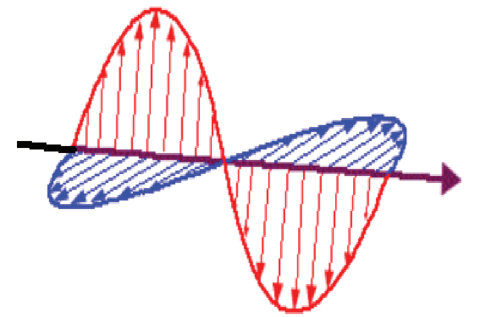
- التعلّم التعاونيّ. (مجموعات العمل).
- الحوار والمناقشة.
- العصف الذهني (استمطار الأفكار)
- البحث العلميّ.



قواعد الأمن والسلامة المهنيّة



- ارتداء ملابس السلامة المهنيّة المناسبة للعمل (خوذة، وكفوف يدوية، وحذاء عازل).
- استخدام العِدَد والأدوات والتجهيزات المطابقة لقواعد الأمن والسلامة.
- تجنّب التركيب الخارجيّ أثناء هبوب العواصف أو ظهور البرق.
- استخدام الأجهزة والأدوات المختلفة بحذر وانتباه، واتباع تعليمات الشركات الصانعة.
- الحذر عند الاقتراب من حواف الأسطح واستخدام وسائل آمنة في التثبيت على الجدران.
- استخدام البراغي الملائمة وتثبيت الهوائيّات الكبيرة وحاملاتها بشكل آمن.
- التأكّد من سلامة التوصيلات بالاتجاه الصحيح مع المنافذ السليمة للأجهزة.
- المحافظة على نظافة مكان العمل وترتيبه قبل التنفيذ وبعد الانتهاء منه.
- تجنّب المزاح أثناء العمل، وعدم العبث بالعِدَد والأدوات والتجهيزات.
- الحذر في نقل الأدوات والعِدَد أو مناولتها للزملاء ومناولتها يداً بيد.



1-7 الموقف التعليميّ التعلميّ الأول:

تشغيل نظام اتِّصالات لاسلكيّة (بالموجات الكهرومغناطيسيّة الراديويّة تضمين FM)

وصف الموقف التعليميّ التعلميّ: أحد هواة الاتِّصالات الراديويّة أحضر إلى الورشة الّتي تعمل فيها نظام اتِّصال راديويّ (FM) اشتراه حديثاً يتألف من مرسل (FM-Transmitter) ومستقبل (FM-Receiver)، وطلب منك فحص النظام وتشغيله.[1]

العمـــل الكامـــل			
خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية	الموارد حسب الموقف الصفي
أجمع البيانات، وأحلّلها	• أجمع بيانات من الزبون عن: • الهدف من تشغيل النظام. • الهوائيات المرفقة مع النظام. • الملحقات المرفقة كالسماعات إلخ. • أجمع البيانات عن: • الأمواج الكهرومغناطيسية والهوائيات. • ترددات FM. • نظام FM (المرسل والمستقبل).	• العمل التعاوني (العمل في مجموعات). • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: الطلب الخطي للزبون، دليل الشركة الصانعة لنظام الاتصالات الراديوية FM، لوائح تنظيم الاتصالات الراديوية تضمين FM وتردداته. • التكنولوجيا: الإنترنت.
أخطّط، وأقرّر	• تصنيف البيانات (مواصفات وحدتي الإرسال والاستقبال، خيارات التشغيل، الموجات الكهرومغناطيسية، نظام FM). • تحديد خطوات العمل: • اختيار موضع وحدتي الإرسال والاستقبال • تحديد مصدر التغذية بالقدرة الكهربائية وقيم جهود التغذية. • تحديد أية ملحقات للنظام سيتم استخدامها كالميكروفون أو سماعة الأذن.	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات • العصف الذهني (استمطار الأفكار).	• الوثائق: البيانات التي تم جمعها، دليل الشركة الصانعة لنظام الاتصالات الراديوية FM. • التكنولوجيا: شبكة الإنترنت.

[1]: يمكن تنفيذ هذا الموقف التعليمي التعلمي باستخدام أيّ نظام اتصالات لا سلكية متوفر لدى المدرب، ومن أمثلة ذلك:
- AM Radio Systems Trainer.
- FM Radio Systems Trainer.
- Antenna Lab Trainer.
- Any Wireless Communication System.

أنفّـــذ	• تركيب ملحقات النظام (هوائي الإرسال، هوائي الاستقبال، الميكروفون، السماعة). • معايرة مصادر التغذية وتوصيلها. • ضبط مفاتيح وحدة الإرسال بشكل صحيح وخاصة: مفاتيح توليد الأخطاء، الميكروفونات، قدرة الإرسال. • ضبط مفاتيح وحدة الاستقبال وخاصة: مفاتيح توليد الأخطاء، كتم الصوت. • تدوير مفتاح الترددات لاستقبال إشارة المرسل حسب ترددها. • ملاحظة قوة الإشارة على مبينات الإشارة عند: • تغيير المسافة بين الوحدتين. • فك أحد الهوائيين. • تغيير قدرة الإرسال. • استبدال هوائي الاستقبال بهوائي خارجي وتدوير مفتاح الترددات لالتقاط قنوات FM محلية.	• العمل التعاوني (مجموعات العمل). • العصف الذهني (استمطار الأفكار).	• أجهزة ومعدات ومواد: نظام الاتصالات اللاسلكية المستخدم (وحدتي الإرسال والاستقبال)، ملحقات نظام الاتصالات من هوائيات وميكروفون وسماعة أذن، مصادر التغذية المستمرة، الكوابل المناسبة. • التكنولوجيا: شبكة الإنترنت.
أتحقـّق	• التحقق من ضبط جهود التغذية. • التحقق من تركيب الهوائيات. • التحقق من ضبط مفاتيح الوحدتين. • التحقق من استقبال إشارة FM.	• الحوار والمناقشة. • العصف الذهني. • الحوار بين المجموعات.	• الوثائق: المواصفات الفنية، دليل المستخدم. • أجهزة ومعدات: النظام وملحقاته. • التكنولوجيا: الإنترنت.
أوثـّق، وأقدِّم	• توثيق ترددات وحدتي الإرسال الاستقبال والترددات التي تم استقبالها. • توثيق العلاقة بين قوة الإشارة وقدرة الإرسال. • توثيق العلاقة بين قوة الإشارة والمسافة بين الوحدتين. • عرض ما تم إنجازه. • إعداد ملف بالحالة (تشغيل نظام اتصالات لاسلكية تضمين FM).	• النقاش في مجموعات • التعلم التعاوني.	• التكنولوجيا: حاسوب، أجهزة عرض. • قرطاسية، منصة عرض.
أقوِّم	• تقييم عمل النظام وكفاءته. • تقييم قدرة الإرسال المستخدمة. • تقييم إجراءات السلامة والسلوك المهني. • رضا الزبون عن عملية الفحص والتشغيل.	• الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: مواصفات نظام الاتصالات، دليل المستخدم. • التكنولوجيا: الإنترنت.

الأسئلة:

1. علل: الإشارة المنقولة من خلال الكابل المحوري كوسط ناقل تكون أقلّ تشويشاً من المنقولة عبر الفضاء.
2. هل يمكنك تبديل هوائيّي الإرسال والاستقبال أحدهما مكان الآخر؟ ولماذا؟
3. ما السرعة الّتي تنتقل بها الموجة الكهرومغناطيسيّة في الفضاء بين المرسل والمستقبل؟
4. **نشاط** قم بتوصيل طرف الكابل المحوري القادم من هوائيّ استقبال المحطات التلفزيونية المحلّيّة (UHF) المتوفر لديك (يفضل أن يكون الهوائيّ على سارية على السطح)، ثمّ استخدم الملتميتر لقياس الفولتية على الطرف الآخر للكابل المحوري. قم بتدوير الهوائيّ رويداً رويداً على مدى 360° ولاحظ القراءة على شاشة الملتميتر. ما مصدر هذه الفولتية؟ على ماذا يدل اتجاه الهوائيّ عند أكبر قراءة؟

أتعلّم:



الأمواج الكهرومغناطيسيّة (Electromagnetic Waves) والاتّصالات اللاسلكيّة

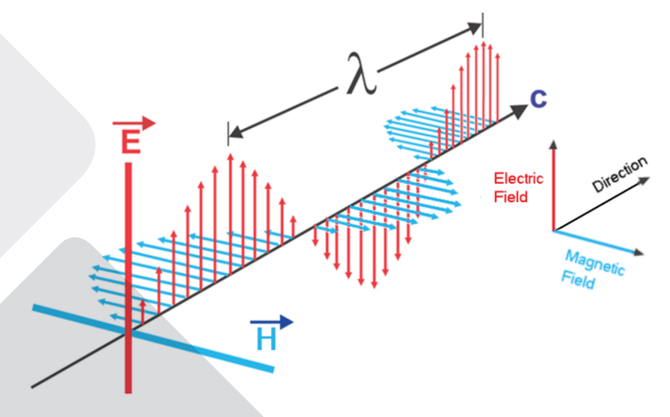


شكل (1): تمثيل حاسوبي للأمواج المتولدة على سطح الماء

نشاط حاول مناقشة كل من المفاهيم الآتية بالنظر إلى الشكل (1): اتّساع الموجة، تردّد الموجة، طول الموجة، اتجاه انتشار الموجة، سرعة انتشار الموجة، الوسط الناقل.

الأمواج الكهرومغناطيسيّة:

الموجة الكهرومغناطيسيّة (شكل 2) هي موجة مكونة من مجالين متعامدين أحدهما كهربائيّ $\vec{E}$ والآخر مغناطيسيّ $\vec{H}$، وتنتقل في الفراغ بسرعة الضوء، ويكون اتجاه انتشارها معامداً لكلا المجالين.

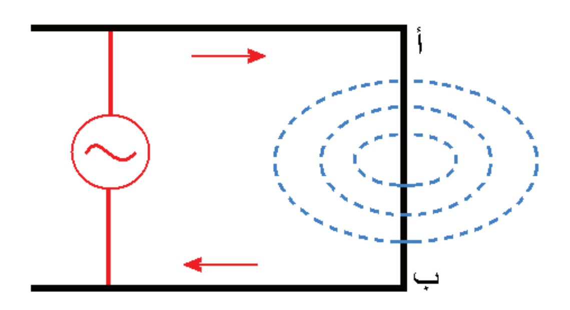


شكل (2): مكونات الموجة الكهرومغناطيسية (المركبة الكهربائية والمركبة المغناطيسية) واتجاه انتشار الموجة

تنشأ الأمواج الكهرومغناطيسيّة عن الشحنات المتسارعة، ويحدث ذلك بإحدى طريقتين:

1. **ظاهرة طبيعيّة:** نتيجة اهتزاز الجسيمات المشحونة في الدارات، وفي هذه الحالة يزداد تردّد الموجات بازدياد درجة حرارة الأجسام، كما الحال في الأشعة الضوئية المرئية وغير المرئية الناتجة عن الشمس.
2. **عمليّة صناعيّة:** نتيجة اهتزاز الحقلين الكهربائيّ والمغناطيسيّ كما يحدث في دارات الرنين المؤلفة من مكثّف (C) وملف (L) يعملان عند تردّد رنين معين (fr).

ففي الموصل (أب) في الشكل (3) مثلاً يتوزع التيار الكهربائيّ المتناوب على طول المحور، مولداً المجال الكهربائيّ للأعلى والأسفل بالتناوب، بينما يكون المجال المغناطيسيّ على شكل حلقات عموديّة على المحور.



شكل (3): توليد الأمواج الكهرومغناطيسية في دارات التيار المتناوب

وتتولد عن هذين المجالين أمواج كهرومغناطيسيّة تنتقل في اتجاه عموديّ على كل منهما، مبتعدة عن محور الموصل بشكل متماثل في جميع الاتجاهات، لذلك يمكن اعتبار الموصل (أب) على انه هوائيّ غير اتجاهي.

طول الموجة الكهرومغناطيسيّة وتردّدها:

يعرف طول الموجة على أنه المسافة (بالأمتار) بين قمتين متتاليتين للموجة أثناء انتشارها (شكل 2)، والعلاقة بين طول الموجة (λ) وتردّدها (f) هي علاقة عكسية. ويمكن حساب طول الموجة الكهرومغناطيسيّة من العلاقة الآتية:

$$\lambda = C/ f$$

حيث:

λ: طول الموجة الكهرومغناطيسيّة (بالمتر)

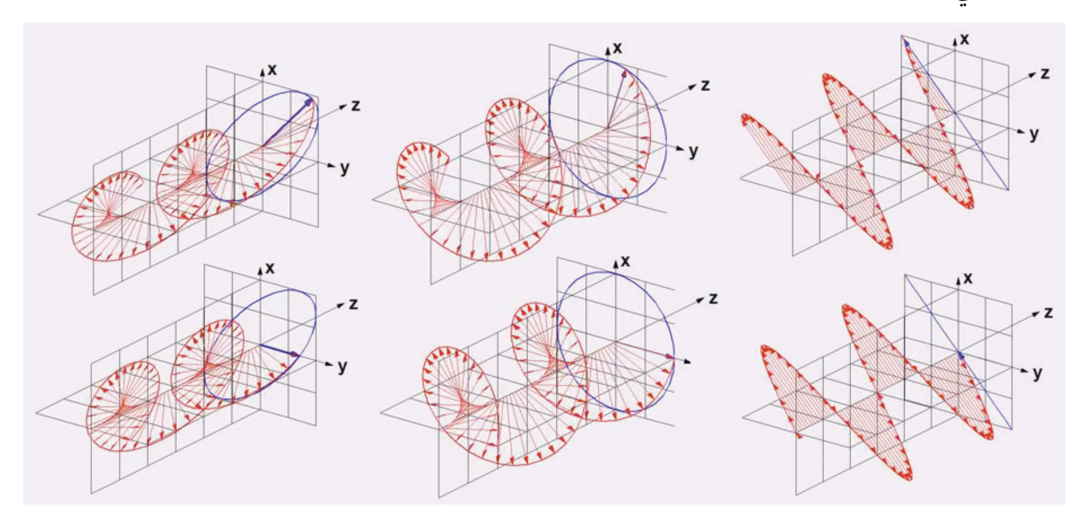
C: سرعة الضوء ($3x10^8$ م/ ث)

f: تردّد الموجة الكهرومغناطيسيّة (بالهيرتز Hz)

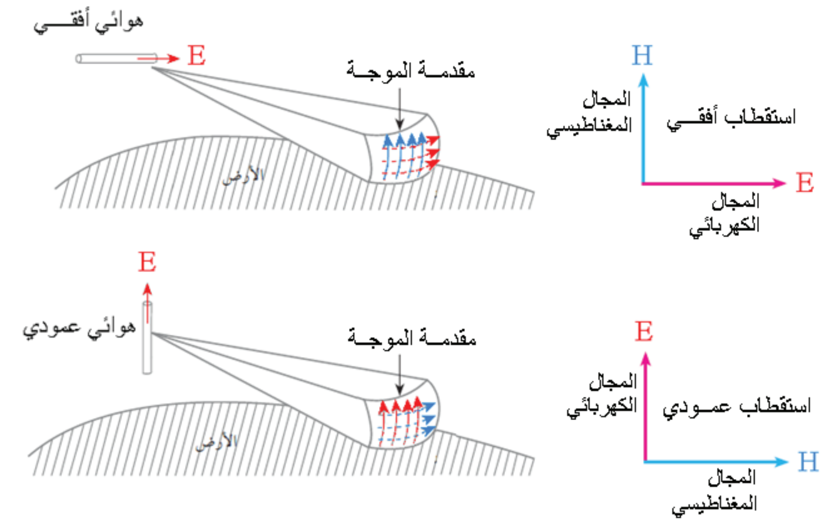
استقطاب الموجة الكهرومغناطيسيّة:

هو اتجاه المجال الكهربائيّ للموجة الكهرومغناطيسيّة الّتي يرسلها الهوائيّ أو يستقبلها. فهناك استقطاب خطي واستقطاب دائري واستقطاب بيضاوي، (شكل 4).

إن أفضل استقبال للموجة المرسلة يتحقق عندما يكون استقطاب هوائيّ الاستقبال مماثلاً لاستقطاب هوائيّ الإرسال.



شكل (4): أنواع الاستقطاب الثلاثة مبينة في لحظتين زمنيتين لكل منهما: أ- خطي ب- دائري ج- بيضاوي



شكل (5): نوعا الاستقطاب الخطّيّ: استقطاب أفقي واستقطاب رأسي (عمودي)

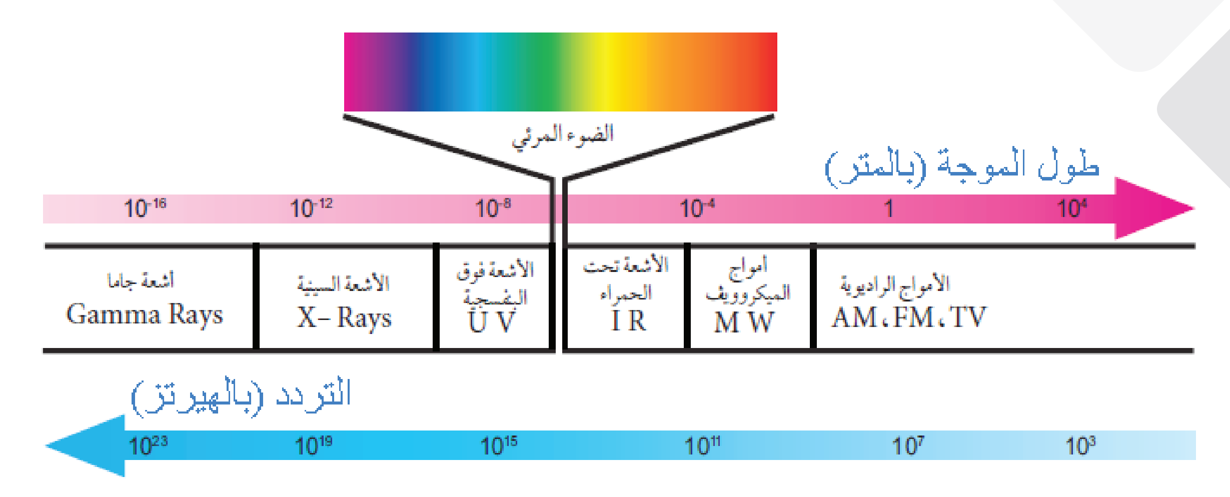
كما أن الاستقطاب الخطّيّ قد يكون رأسيّاً أو أفقيّاً، (شكل 5):

1. **الاستقطاب الأفقيّ:** نحصل عليه عندما يكون هوائيّ الإرسال (المجال الكهربائيّ) موازياً لسطح الأرض. ويمتاز بأنه أكثر ملاءمة للأمواج السماوية، وأقل تأثراً بعوامل التشويش والتداخل الناتجة عن الأجهزة الكهربائيّة. أمّا في التردّدات فوق 100 MHz فإنّ كلا النوعيّن لهما نفس الكفاءة.

2. **الاستقطاب الرأسيّ (العموديّ):** ونحصل عليه عندما يكون هوائيّ الإرسال (المجال الكهربائيّ) عموديّاً على سطح الأرض. وهو أقلّ تأثراً بعوامل التوهين للأمواج الأرضيّة، وأكثر ملاءمة حين يكون ارتفاع الهوائيّ محدوداً ومصدر البث متحركاً (كالمركبات)، كما أنه أقلّ توهيناً فوق المسطحات المائية.

الطيف الكهرومغناطيسيّ:

تمتد الأمواج الكهرومغناطيسيّة على مدى واسع جداً من التردّدات يعرف باسم الطيف الكهرومغناطيسيّ، كما يُبيِّن الشكل (6).



شكل (6): الطيف الكهرومغناطيسي

وبشكل أساسيّ فإنَّ الأمواج الكهرومغناطيسيّة الَّتي تستخدم في مجال الاتِّصالات تقع ضمن 3 نطاقات تردّدية، هي:[2]

1. **الأمواج الراديويّة (RF):** وهي الأمواج الكهرومغناطيسيّة الواقعة بين 20 KHz و 1000 MHz وهذه هي الموجات الَّتي تستخدم لنقل الصوت والصورة في التلفاز والمذياع. ونظراً لطولها الموجي الكبير فإنَّها تمتاز بقدرتها على تجاوز المباني والسفر مئات أو آلاف الكيلومترات (تقل هاتان الميزتان كلما زاد التردّد)، كما لا تحتاج إلى توفر خط نظر بين المرسل والمستقبل.

2. **أمواج الميكروويف (Microwave):** يطلق هذا الاسم على الأمواج الكهرومغناطيسيّة الَّتي تتراوح تردّداتها بين 1 GHz و 300 GHz، وتستخدم لنقل المكالمات الهاتفيّة بين المقاسم (بوضع أبراج تقوية كل 50 كم على الأكثر)، وكذلك للاتّصالات عبر الأقمار الصناعيّة والميكروويف والرادار وللساعات الذرية والاستخدامات المستقبلية. ونظراً لطولها الموجي القصير فإنَّ أمواج الميكروويف تتأثر بالعوامل الجوية كالضباب والغيوم.

3. **الأشعة تحت الحمراء (Infra-Red):** تتراوح تردّداتها من 300 GHz إلى 400 THz، وتستخدم في أجهزة التحكم عن بعد (Remote Control) لمسافات محدودة، وبإمكانها أن تنعكس عن الجدران والأجسام الصلبة.

---

2 بعض المراجع تعتبر الترددُات الراديويَّة (RF) من 300Hz أو أقلّ حتى 300GHz معتبرةً (أمواج الميكروويف Micro-wave) وكذلك (الأمواج الصوتية Audio) جزءاً منها.

ويطلق على الحزم الترددية المختلفة أسماء تصف مداها الترددي، كما يُبيِّن الجدول (1):

جدول (1): الحزم الترددية المستخدمة في الاتصالات

اسم الحزمة		النطاق الترددي للحزمة	أبرز استخداماتها
الترددات المنخفضة جداً	VLF	3 KHz – 30 KHz	• الاتّصالات البحرية البعيدة. • الاتّصالات بين الغواصات تحت سطح البحر.
الترددات المنخفضة	LF	30 KHz – 300 KHz	• الاتّصالات البحرية المتوسّطة 1000-5000 كم. • تستخدمها الطائرات بكفاءة (تخترق الغابات والمياه).
الترددات المتوسّطة	MF	300 KHz – 3 MHz	• اتّصالات المسافات المتوسّطة. • البث الإذاعيّ (AM): النطاق (526-1606 KHz).
الترددات العاليـــــة	HF	3 MHz – 30 MHz	• البث الإذاعيّ على الموجة القصيرة (SW). • راديو الهواة.
الترددات العالية جداً	VHF	30 MHz – 300 MHz	• البث التلفازي (قنوات VHF). • والبث الإذاعيّ (قنوات FM).
الترددات فوق العالية	UHF	300 MHz – 3 GHz	• البث التلفازي (قنوات UHF). • أنظمة ميكروويف، خلويّ، Wi-Fi، بلوتوث، GPS.
الترددات فائقة العلو	SHF	3 GHz – 30 GHz	• الاتّصالات عبر الأقمار الصناعيّة. • الرادار والاستخدامات العسكرية.
الترددات بالغة العلو	EHF	30 GHz – 300 GHz	• الساعات الذرية المستخدمة في التزامن بين الشبكات. • معظم هذا النطاق مخصص للاستخدامات المستقبلية.

الهوائيّ (Antenna):

- **التعريف:** يعرف الهوائيّ بأنه أداة موصلة تعمل على إشعاع الطاقة الكهرومغناطيسيّة أو التقاطها، وهي أداة بالغة الأهمّيّة في أنظمة الاتّصالات اللاسلكيّة على اختلاف أنواعها.

- **تحولات الطاقة:** في هوائيّ الإرسال يتم تحويل القدرة الكهربائيّة القادمة من جهاز الإرسال إلى موجات كهرومغناطيسيّة يبثها الهوائيّ إلى الجو، وفي هوائيّ الاستقبال يتم تحويل القدرة الكهرومغناطيسيّة الملتقطة من الجو إلى تيار كهربائيّ يتجه إلى جهاز الاستقبال.

- **مبدأ التبادلية:** يمكن استخدام الهوائيّ نفسه لإرسال نوع من الأمواج الكهرومغناطيسيّة أو استقبالها؛ فالذي يحدّد كون الهوائيّ للإرسال أو الاستقبال هو طبيعة الدارات الكهربائيّة المتصلة به من أجل القيام بهذه الوظيفة أو تلك، وقد يستخدم الهوائيّ نفسه للوظيفتين معاً (الإرسال والاستقبال) في جهاز واحد كما في أنظمة الميكروويف والاتّصالات الخلويّة.

مثال: نظام اتِّصالات راديويّ (FM) (خاص بالتطبيق العملي)

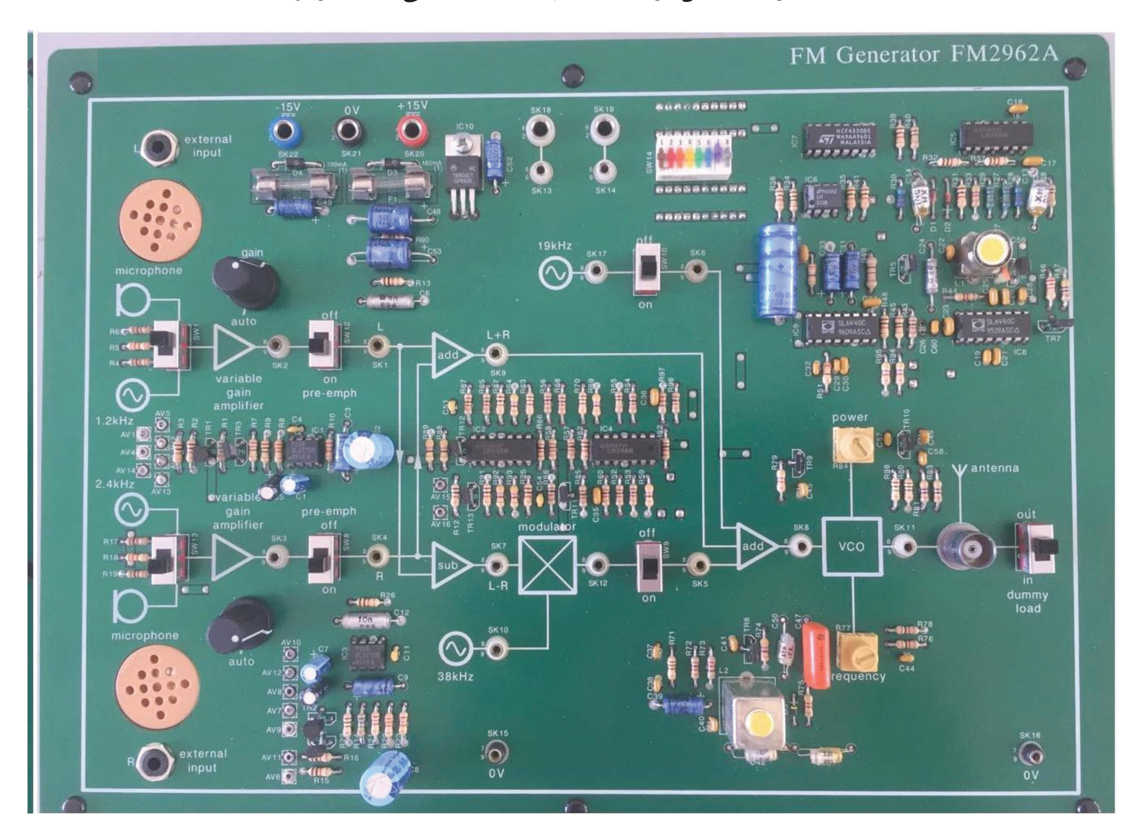
يُبيِّن الشكل (7) والشكل (8) على الترتيب وحدتي الإرسال والاستقبال في نظام اتِّصالات راديويّ يعمل بالتضمين الترددي (FM)، وبما أن قدرة الإرسال منخفضة جداً (أقل من 10 m Watt) ولذلك فإنَّ مدى الإرسال محدود جداً في هذا النظام ولا يحتاج استخدامه إلى أيّ ترخيص.

وفي هذا النظام يمكن نقل الإشارة من المرسل إلى المستقبل بإحدى طريقتين:

1. **لا سلكيّاً (بالاعتماد على الأمواج الكهرومغناطيسيّة):** وفي هذه الحالة يتم استخدام الهوائيّات.
2. **سلكيّاً:** باستخدام الكابل المحوري كوسط ناقل (يتم توصيله بين المرسل والمستقبل).

أوّلاً- المرسل

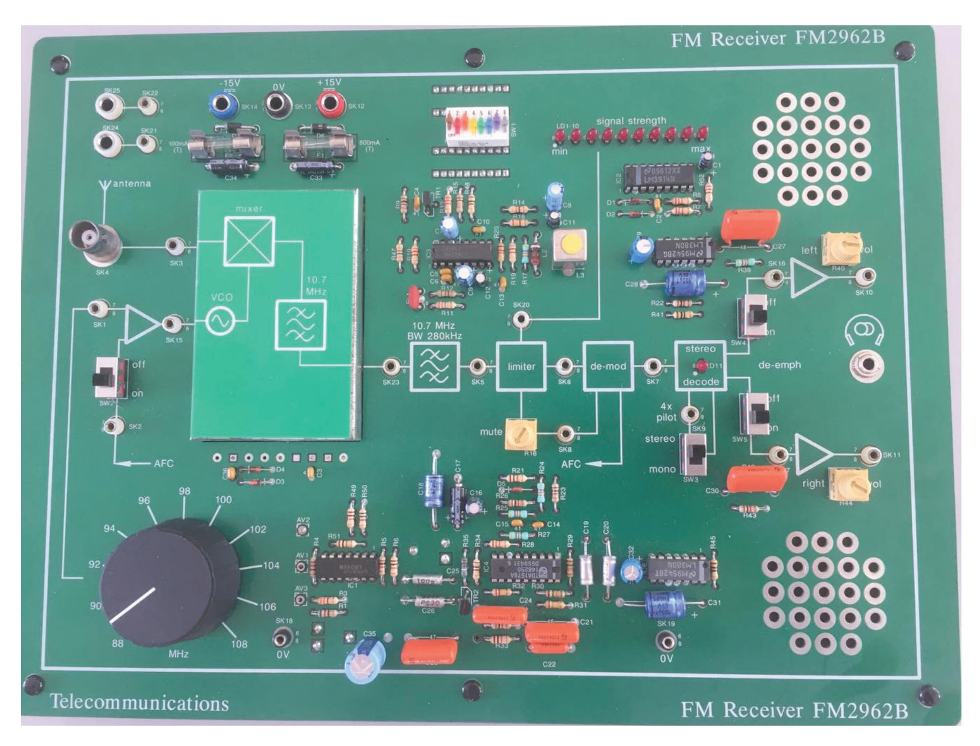
يبث المرسل موجة ثابتة تردّدها 100 MHz، وتتم تغذية وحدة الإرسال بفولتية مستمرّة (DC) مقدارها ±15 V d.c., 1.5 A، وتشتمل وحدة الإرسال على ميكروفونات (Built-in).



شكل (7): وحدة الإرسال في نظام اتصالات إذاعية (FM)

ثانياً- المستقبل

تعمل دوائر المستقبل على الترددات من 88 MHz إلى 108 MHz، وتتم تغذية وحدة الاستقبال بفولتية مستمرّة (DC) مقدارها ±15 V d.c., 1.5 A ويوجد في وحدة الاستقبال مخرج للسماعات (Headphones).

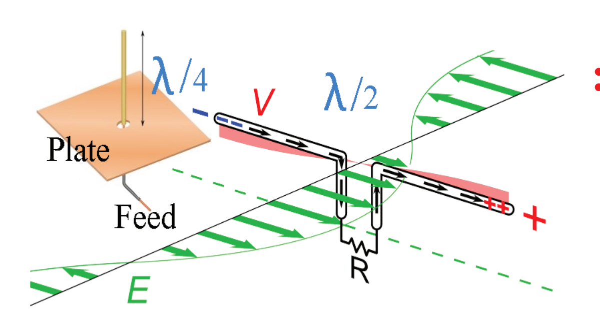


شكل (8): وحدة الاستقبال في نظام الاتصالات الإذاعية (FM)

كما أن بالإمكان استبدال الهوائيّ المرفق بآخر خارجيّ واستقبال قنوات إذاعيّة (FM) من محطات محلّيّة وغيرها.

نشاط: احسب الطول الموجي الأعلى والأدنى لكل نطاق تردّدي من الآتية، وثبتها في الجدول: (لا يطلب حفظه غيباً)

الموجات الكهرومغناطيسيّة	النطاق التردّدي	الطول الموجي: من ... إلى ...
الأمواج الراديوية (RF)	1000 KHz - 10 MHz	-
أمواج الميكروويف	300 GHz - 1 GHz	-
أشعة الضوء المرئي	750 THz – 430 THz	-
الموجات الكهرومغناطيسية	**التردد**	**الطول الموجي**
راديو القرآن الكريم - نابلس	96.9 MHz	
الاتصالات الخليوية 4G	1800 MHz	
قناة فلسطين الفضائية (نايلسات)	11823 MHz	



2-7 الموقف التعليميّ التعلميّ الثاني: تمييز الهوائيّات أحاديّة القطب وثنائيّة القطب (Monopole and Dipole Antennas)

وصف الموقف التعليميّ التعلميّ: قامت شركة الاتّصالات الّتي تعمل فيها بتكليفك ضمن فريق عمل لإجراء دراسة حول نسبة استخدام الأنواع المختلفة من الهوائيّات أحاديّة القطب وثنائيّة القطب، في إحدى المناطق.

العمـــــل الكامـــــل			
خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية	الموارد حسب الموقف الصفي
أجمع البيانات، وأحلّلها	• أجمع بيانات من رئيس الفريق عن: • الهوائيات أحادية القطب المتوفرة. • الهوائيات ثنائية القطب المتوفرة. • أجمع البيانات عن: • استخدام الهوائيات أحادية القطب. • استخدام الهوائيات ثنائية القطب.	• العمل التعاوني (العمل في مجموعات) • الحوار والمناقشة • البحث العلمي	• الوثائق: الطلب الخطي لرئيس الفريق، المواصفات الفنية للهوائيات. • التكنولوجيا: شبكة الإنترنت.
أخطّط، وأقرر	• تصنيف البيانات (أنواع الهوائيات وأشكالها وأبعادها واستخداماتها) • تحديد خطوات العمل: • تحديد طريقة فرز الهوائيات. • تحديد طريقة ترقيم الهوائيات.	• الحوار والمناقشة • العمل في مجموعات • العصف الذهني (استمطار الأفكار)	• الوثائق: البيانات التي تم جمعها، أدلة التركيب، المواصفات الفنية للهوائيات. • التكنولوجيا: الإنترنت.

أنفِّـذ	• فرز عينات الهوائيات المتوفرة حسب نوعها. • ترقيم الهوائيات وتمييز نوع كل منها. • قياس أبعاد هوائي أحادي القطب وحساب التردد المخصص لاستقباله. • قياس أبعاد هوائي ثنائي القطب وحساب التردد المخصص لاستقباله. • تحديد الهوائيات القصيرة كهربائياً (استناداً إلى التردد الذي خصصت لاستقباله). • عمل جدول بأنواع الهوائيات وأشكالها وأبعادها واستخداماتها.	• العمل التعاوني (مجموعات العمل). • العصف الذهني (استمطار الأفكار).	• أجهزة ومعدات وأدوات: عينات الهوائيات أحادية القطب وثنائية القطب المتوفرة، مسطرة قياس، آلة حاسبة. • تكنولوجيا: الإنترنت.
أتحقّق	• التحقق من أنواع الهوائيات الموجودة. • التحقق من قياسات أبعاد الهوائيات. • التحقق من حسابات التردد لكل هوائي.	• البحث العلمي.	• الوثائق: المواصفات والأدلة. • أجهزة وعدد: مسطرة قياس وآلة حاسبة. • التكنولوجيا: الإنترنت.
أوثّق، وأقدِّم	• توثيق أنواع الهوائيات أحادية القطب وثنائية القطب وأشكالها وأبعادها. • توثيق حسابات التردد لكل هوائي. • عرض ما تم إنجازه. • إعداد ملف بالحالة (تمييز الهوائيات أحادية القطب وثنائية القطب).	• النقاش في مجموعات. • التعلم التعاوني.	• التكنولوجيا: حاسوب، أجهزة عرض. • قرطاسية، منصة عرض.
أقوّم	• تقييم نتائج الفرز وحساب الترددات. • رضا رئيس فريق العمل عن النتائج. • تقييم إجراءات السلامة المهنية.	• الحوار والمناقشة.	• الوثائق: المواصفات الفنية وأدلة التركيب والاستخدام.

الأسئلة:

1. علل: الهوائيّ ثنائيّ القطب المطوي له نفس خصائص الهوائيّ ثنائيّ القطب المفتوح.
2. أعط مثالاً على استخدام كل من الهوائيّ أحاديّ القطب والهوائيّ ثنائيّ القطب في الحياة العمليّة؟
3. ما الخاصية الَّتي تجعل الهوائيّ أحاديّ القطب ملائماً للاستخدام في المركبات؟



أتعلَّم:

الهوائيّات أحاديّة القطب وثنائيّة القطب (Monopole and Dipole Antennas)

نشاط (1) بالنظر إلى شكل (1) وفق بين أشكال الهوائيّات في المجموعة (أ) والأجهزة الَّتي تستخدمها في المجموعة (ب). ما الفرق بين الهوائيّين الواردين في المجموعة (أ)؟

(أ) الهوائيّات:





(ب) الأجهزة:





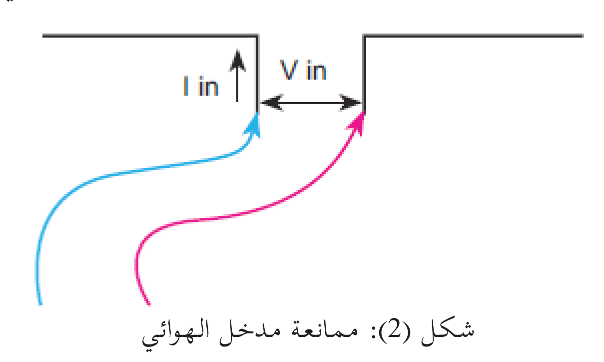
شكل (1): مجموعة من الهوائيات أحادية القطب والأجهزة التي تستخدمها

الخصائص الفنِّيّة للهوائيّات بشكل عام:

1. **الكسب (Gain):** وهو مقياس لكثافة الأمواج الكهرومغناطيسيّة الَّتي يشعها الهوائيّ في اتجاه محدّد مقارنة بهوائيّ مثالي (افتراضي) كروي الشكل. ويقاس كسب الهوائيّ بوحدة الديسبل (dB).

2. **ممانعة المدخل (Input Impedance):** هي النسبة بين قيمتي الجهد والتيار عند طرفي توصيل الهوائيّ مع خط النقل، وتقاس بالأوم، شكل (2).

3. **الاتّجاهيّة (Directivity):** ويقصد بها قدرة الهوائيّ على تركيز الطاقة المنبعثة منه في اتجاه محدّد أكثر من بقية الاتجاهات. وهناك هوائيّات غير اتّجاهيّة كتلك المستخدمة في بعض المحطات الإذاعيّة.



شكل (2): ممانعة مدخل الهوائي

4. الكفاءة (Efficiency): هي النسبة المئويّة بين القدرة المنبعثة من الهوائيّ (Pr) والقدرة الداخلة إليه (Pin).

$$\eta = (Pr/\ Pin) * 100\%$$

حيث:

η: كفاءة الهوائيّ

Pr: القدرة الكهرومغناطيسيّة المنبعثة من الهوائيّ (بالواط)

Pin: القدرة الكهربائيّة الداخلة إلى الهوائيّ (بالواط)

5. المدى الترددي (Frequency Range): أيّ نطاق التردّدات الَّتي يرسلها الهوائيّ أو يستقبلها بكفاءة عالية.

6. الاستقطاب (Polarization): وهو اتجاه المجال الكهربائيّ للموجة الكهرومغناطيسيّة الَّتي يرسلها الهوائيّ أو يستقبلها. فهناك استقطاب خطي (رأسي أو أفقيّ) واستقطاب دائري واستقطاب بيضاوي.

7. مخطّط الإشعاع (Radiation Pattern): عبارة عن مخطّط يُبيِّن كيفيّة توزيع الطاقة الصادرة من الهوائيّ إلى الجو المحيط. وتساعدنا معرفة مخطّط الإشعاع للهوائيّ في تحديد تطبيقاته العمليّة وكيفيّة توجيهه.

هوائيّ نصف الموجة ثنائيّ القطب (Half-wave Dipole):

يعد هذا الهوائيّ من أهمّ أنواع الهوائيّات، وذلك لبساطة تركيبه من جهة واستخدامه في بناء أنواع أخرى من الهوائيّات من جهة أخرى. وقد سمي بهذا الاسم؛ لأنّ طرفيه يحملان شحنتين (Q - ,Q +) متساويتين في القيمة ومختلفتين في الإشارة، كما أن طوله (D) يساوي نصف الطول الفعال للموجة الَّتي يتم تصميمه لإرسالها أو استقبالها. أيّ أن:

$$D = \lambda'/\ 2$$

حيث:

D: طول هوائيّ نصف الموجة ثنائيّ القطب (بالمتر)

λ': الطول الفعال للموجة المراد إرسالها أو استقبالها (بالمتر)



شكل (3): هوائي نصف موجة ثنائي قطب مفتوح، استقطاب رأسي

والطول الفعال هو طول الموجة داخل مادّة الهوائيّ (الموصل المعدنيّ)، وهذا الطول يقل بحوالي 5% عن طول الموجة في الفضاء. وذلك راجع لاختلاف سرعة الموجة الكهرومغناطيسيّة (تقل سرعتها بحوالي 5%) عند مرورها في المعدن عن سرعتها في الفضاء. ولذلك فإن:

$$\lambda' = 0.95 * \lambda$$

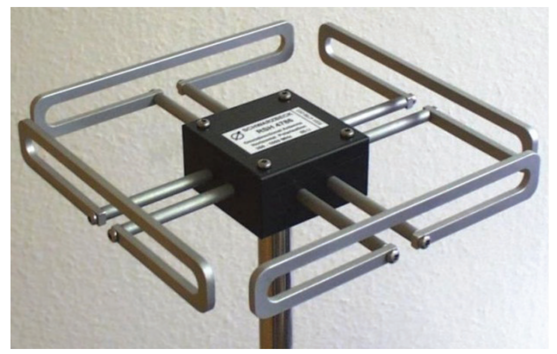
وهناك شكلان لهذا الهوائيّ، هما:

أ. هوائيّ الدايبول المفتوح:

ويتألف من موصلين متماثليّن يمتدان على استقامة واحدة وتفصل بينهما فجوة صغيرة يتم خلالها وصل المغذّي لتغذية الهوائيّ بالموجة المراد إرسالها، أو لنقل القدرة المستقبلة من الهوائيّ إلى جهاز الاستقبال، (شكل 3). ويطلق اسم المغذّي على طرف الكابل المحوري الموصول بالهوائيّ وأية دارات للمواءمة قد تضاف بينهما.

ب. هوائيّ الدايبول المطوي:

يعد تطويراً للدايبول المفتوح، وذلك بوصل نهايتي القطبين بوصلة طولها $\lambda' / 2$ لجعله أكثر قوّة وثباتاً من الناحية الميكانيكيّة، (شكل 4).





شكل (4): أ- هوائي نصف موجة ثنائي قطب مطوي، استقطاب رأسي.
ب- مصفوفة مربعة من هوائيات نصف الموجة ثنائي القطب المطوي، استقطاب أفقي.

وفيما عدا ذلك فإنَّ هوائيّ الدايبول المطوي له نفس خصائص هوائيّ الدايبول المفتوح.

هوائيّ ربع الموجة أحاديّ القطب:

يصمم هذا الهوائيّ بحيث يكون طوله حوالي ربع طول الموجة المراد إرسالها أو استقبالها، وهو عبارة عن موصل يتم تثبيته فوق سطح الأرض (معزولاً عنها)، أو فوق سطح موصل يقوم مقام الأرض، شكل (5).



شكل (5): استخدامات متنوعة لهوائي ربع الموجة أحادي القطب،استقطاب رأسي

$$\ell = \lambda'/4$$

ومن أشكاله الشائعة الهوائيّ التلسكوبي (Telescopic Antenna)، وهو الهوائيّ أحاديّ القطب المستخدم في المركبات وبعض أجهزة الاستقبال الراديوي الترانزستورية (شكل 6).



شكل (6): هوائي ربع موجة أحادي القطب تلسكوبي

الهوائيّات القصيرة كهربائيّاً (Electrically Short Antenna):

وتستخدم هوائيّات ربع الموجة أحاديّة القطب إضافةً إلى ذلك في الأجهزة الخلويّة (Cellular Phone Mobile Units)، والهاتف اللاسلكيّ الأرضي (Cordless Telephone)، وأجهزة اللاسلكي (Walkie-talkie) وأجهزة الرّاوتر (Wi-Fi Routers) والشّبكات المحليّة (Wireless LAN) وغيرها.

الهوائيّات القصيرة كهربائيّاً (Electrically Short Antennas):

وهي الهوائيّات التي يكون طولها أصغر بكثير من طول الموجة، ويُطلق اسم الهوائيّ القصير في العادة عندما يكون طول الهوائي أصغر من أو مساوياً لعشر طول الموجة:

$$\ell \leqslant \lambda/10$$ **(العلاقة الرياضية للإطلاع فقط)**

والهوائيّات القصيرة كهربائيّاً قد تكون أحاديّة القطب (Monopole Short Antenna) أو ثنائيّة القطب (Dipole Short Antenna) أو غيرها. فمثلاً عند استخدام الهوائي (شكل 6) لاستقبال موجات (AM) فإنّه يكون عبارة عن هوائي قصير كهربائيّاً (لماذا)؟ كما وتستخدم الهوائيّات القصيرة كهربائيّاً في العديد من الأنظمة الأخرى كأجهزة التّحكم عن بعد العاملة بالموجات الراديويّة لفتح البوّابات بالريموت كونترول، وبطاقات (RFID) وغيرها.

ويشكّل صِغَر الحجم مع المحافظة على الأداء الجيّد للهوائيّات الصغيرة عموماً تحدّياً حقيقيّاً عند تصميمها، لأنَّ حجمها الصغير يعمل على تقليل كفاءتها الإشعاعيَّة، وتضييق نطاقها الترددي.



3-7 الموقف التعليميّ التعلميّ الثالث:
تمييز الهوائيّات الحلقيّة والحلزونيّة
(Loop and Spiral Antennas)

وصف الموقف التعليميّ التعلميّ: قامت شركة الاتّصالات الّتي تعمل فيها بتكليفك ضمن فريق عمل لإجراء دراسة حول نسبة استخدام الأنواع المختلفة من الهوائيّات الحلقيّة والحلزونيّة، في إحدى المناطق.

العمـــــل الكامـــــل			
خطوات العمل	**وصف الموقف الصفي**	**المنهجية**	**الموارد حسب الموقف الصفي**
أجمع البيانات، وأحلّلها	• أجمع البيانات من رئيس الفريق عن: • الهوائيات الحلقية المتوفرة وأشكالها وأبعادها. • الهوائيات الحلزونية المتوفرة وأشكالها. • أجمع البيانات عن: • استخدام الهوائيات الحلقية. • استخدام الهوائيات الحلزونية. • استخدام هوائيات ملف قلب الفرايت.	• العمل التعاوني (العمل في مجموعات). • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: الطلب الخطي لرئيس الفريق، الأدلة والمواصفات. • التكنولوجيا: شبكة الإنترنت.
أخطّط، وأقرر	• تصنيف البيانات (أنواع الهوائيات الحلقية والحلزونية وأشكالها وأبعادها واستخداماتها). • تحديد خطوات العمل: • تحديد طريقة فرز الهوائيات. • تحديد طريقة ترقيم الهوائيات.	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات. • استمطار الأفكار.	• الوثائق: البيانات التي تم جمعها، المواصفات الفنية وأدلة التركيب والتشغيل. • التكنولوجيا: الإنترنت.
أنفّــذ	• فرز الهوائيات المتوفرة حسب أنواعها. • ترقيم الهوائيات. • قياس أبعاد الهوائيات الحلقية. • تحديد الهوائيات الحلقية القصيرة من الناحية الكهربائية (استناداً إلى التردد الذي خصصت لاستقباله). • تمييز ملف قلب الفرايت. • عمل جدول بأنواع الهوائيات وأشكالها وأبعادها واستخداماتها.	• الحوار والمناقشة. • العمل الجماعي والعلمي.	• أجهزة ومعدات ومواد: عينات الهوائيات الحلقية والحلزونية وملف الفرايت المتوفرة، مسطرة للقياس، آلة حاسبة. • التكنولوجيا: شبكة الإنترنت.

أتحقّق	• التحقق من قياس قطر الهوائي الحلقي. • التحقق من حسابات طول الموجة. • التحقق من تمييز الهوائيات وفرزها.	• البحث العلمي.	• الوثائق: المواصفات الفنية للهوائيات. • أجهزة ومعدات: مسطرة قياس، آلة حاسبة. • التكنولوجيا: الإنترنت.
أوثّق، وأقدم	• توثيق أنواع الهوائيات وأشكالها وأبعادها. • توثيق حسابات الترددات المستقبلة. • توثيق الهوائيات الحلقية القصيرة كهربائياً. • عرض ما تم إنجازه. • إعداد ملف بالحالة (تمييز الهوائيات الحلقية والحلزونية).	• النقاش في مجموعات. • التعلم التعاوني.	• التكنولوجيا: حاسوب، أجهزة عرض. • قرطاسية، منصة عرض.
أقوّم	• تقييم عمليات الفرز والتصنيف والحسابات. • رضا رئيس فريق العمل عن النتائج. • تقييم إجراءات السلامة والسلوك المهني.	• الحوار والمناقشة.	• الوثائق: المواصفات وأدلة التركيب. • التكنولوجيا: الإنترنت.



الأسئلة:

1. علل: تستخدم مادّة الفرايت في صناعة قلب الهوائيّ في جهاز الاستقبال الراديويّ.
2. هل يمكنك اعتبار كل من الهوائيّ الحلزونيّ وهوائيّ الفرايت كتطوير للهوائيّ الحلقيّ؟ وضح ذلك.



أتعلَّم:

الهوائيّات الحلقيّة والحلزونيّة (Loop and Spiral Antennas)

نشاط: تأمل الهوائيّات المبينة في الشكل (1) وحاول إيجاد الصفة المشتركة فيما بينها.



(أ) (ب) (ج)

شكل (1): مجموعة من الهوائيات: أ- حلقي دائري ب- حلقي مربع ج- حلزوني

الهوائيّ الحلقيّ (Loop Antenna):

تمتاز الهوائيّات الحلقيّة ببساطة تركيبها وتكلفتها القليلة إضافة إلى مناعتها العالية ضد التشويش (Noise). وتتخذ الهوائيّات الحلقيّة أشكالاً متعددة كالدائري والمربع والمستطيل والمضلع.

تستخدم الهوائيّات الحلقيّة غالباً مع نطاقات الترددات:

HF, VHF, UHF.



شكل (2): هوائي ملف حلقي صغير قطره حوالي 7.5 سم يستخدم لاستقبال الموجات الراديوية (MW)

وتقسم الهوائيّات الحلقيّة من حيث أبعادها إلى قسمين:

1. **الهوائيّات الحلقيّة الصغيرة:** وهي الّتي يكون محيطها عشر طول الموجة المراد استقبالها أو أصغر.

(العلاقة الرياضية للإطلاع فقط) $C \leqslant \lambda / 10$

تستخدم الهوائيّات الحلقيّة الصغيرة في الأجهزة المحمولة والاتّصالات اللاسلكيّة الأخرى نظراً لمناعتها الجيِّدة ضد التشويش. ويُبيِّن (شكل 2) هوائيّاً حلقيّاً مؤلفاً من عدد من اللفات يستخدم في استقبال الموجات المتوسّطة (Medium Wave)[2].

2. الهوائيَّات الحلقيَّة الكبيرة: وهي التي يكون محيطها قريباً من طول الموجة المراد استقبالها، ويبين (شكل 1) عدداً من هذه الهوائيَّات.

تُعَدّ الهوائيّات الحلقيّة عموماً ذات قدرة إشعاع منخفضة، لذلك فهي نادراً ما تستخدم كهوائيّات للإرسال الراديويّ، وإنما يتركز استخدامها كهوائيّات استقبال أو كمجسّات لقياس التدفق المغناطيسيّ لقياس تأثير الموجات الكهرومغناطيسيّة على العاملين والسكان بالقرب من هوائيّات البث.

الهوائيّ الحلزونيّ:

يتألف الهوائيّ الحلزونيّ من سلك موصل تمَّ لفه بشكل لولبي، مما يجعله يكافئ مصفوفة من الهوائيّات الحلقيّة وهوائيّات الدايبول الرأسيّة مرتبة على التعاقب، (شكل 3). ويمكن تصميم أبعاد الهوائيّ الحلزونيّ للحصول على استقطاب بيضاوي أو دائري.



شكل (3): الهوائي الحلزوني.

[2]: تتراوح ترددات (MW) من 526.5 KHz إلى 1606.5 KHz.

يناسب الهوائيّ الحلزونيّ التردّدات في نطاقي (VHF) و (UHF)، كما يستخدم في بعض الأحيان وكأنه هوائيّ أحاديّ القطب في أنواع من أجهزة الاتّصال اللاسلكيّ والهواتف الأرضيّة اللاسلكيّة (شكل 4).

ويمتاز الملف الحلزونيّ بقدرته على التقاط الأمواج الصادرة عن الهوائيّات ذات الاستقطاب الخطّيّ في حالة دورانها، أو عندما تتعرّض تلك الموجات لتغيير استقطابها بسبب مرورها من طبقات الجو العليا (الأيونوسفير).

وهذا ما يجعله ملائماً كمرسل ومستقبل في محطات اتّصالات الأقمار الصناعيّة والمجسّات الفضائيّة والصواريخ البالستية.

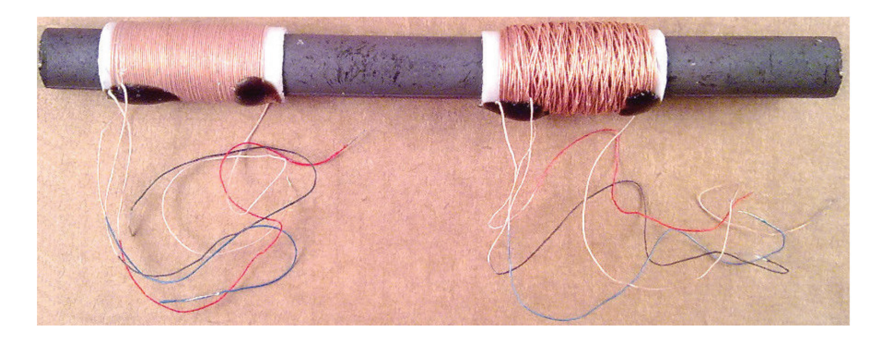


شكل (4): ملفّ حلزوني يستخدم كأحادي قطب.

هوائيّ الملف ذو قلب الفرايت (Ferrite-Core Coil Antenna):

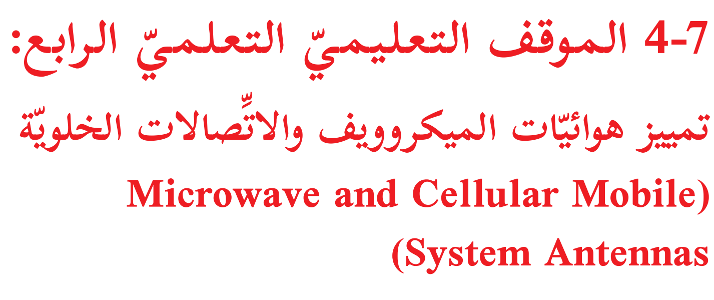
يتألف هذا الهوائيّ من سلك موصل ومعزول يتم لفه حول قلب من الفرايت من أجل زيادة التدفق المغناطيسيّ داخل الملف (شكل 5)، وبالتالي زيادة قدرة الإشعاع وتحسين فعاليته كهوائيّ مقارنة بالهوائيّ الحلقيّ أو الحلزونيّ.

ونظراً لصغر حجم هوائيّ ملف الفرايت فإنّه يستخدم كهوائيّ استقبال في بعض الأجهزة وخاصّة أجهزة الاستقبال الإذاعيّ الترانزستورية الصغيرة (راديو الجيب Pocket Transistor Radio).



شكل (5): هوائي الفرايت (ملف أو أكثر على قلب من الفرايت)

ويتم توصيل هذا الملف على التوازي مع المكثّف المتغير في مكبر الإشارة الراديويّة (RF Amplifier) ليشكلا معاً دارة رنين لانتخاب القنوات الإذاعيّة، وذلك إلى جانب وظيفته كهوائيّ استقبال.



4-7 الموقف التعليميّ التعلميّ الرابع:

تمييز هوائيّات الميكروويف والاتِّصالات الخلويّة

Microwave and Cellular Mobile)
(System Antennas

وصف الموقف التعليميّ التعلميّ: قامت شركة الاتِّصالات الَّتي تعمل فيها بتكليفك ضمن فريق عمل لإجراء دراسة حول نسبة استخدام الأنواع المختلفة من هوائيّات الميكروويف والأنظمة الخلويّة، في منطقة سكنك.

العمــــل الكامــــل			
خطوات العمل	**وصف الموقف الصفي**	**المنهجية**	**الموارد حسب الموقف الصفي**
أجمع البيانات، وأحلّلها	• أجمع البيانات من رئيس الفريق عن: • الهوائيات البوقية والصحنية المطلوبة. • الهوائيات القطاعية والشريطية المطلوبة. • أجمع البيانات عن: • استخدام الهوائيات البوقية والصحنية وهوائي كاسجرين. • استخدام الهوائيات القطاعية والشريطية والهوائيات الذكية.	• العمل في مجموعات. • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي. • زيارة ميدانية.	• الوثائق: الطلب الخطي لرئيس الفريق، المواصفات الفنية للهوائيات. • التكنولوجيا: شبكة الإنترنت.
أخطِّط، وأقرِّر	• تصنيف البيانات (أنواع الهوائيات المستهدفة وأشكالها وأبعادها واستخداماتها). • تحديد خطوات العمل: • تحديد أنواع الهوائيات المطلوبة. • تحديد آلية تمييز الهوائيات بأنواعها المختلفة. • تقسيم المهام والتخطيط الزمني للعمل.	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات. • العصف الذهني (استمطار الأفكار).	• الوثائق: البيانات التي تم جمعها، المواصفات الفنية للهوائيات. • التكنولوجيا: شبكة الإنترنت.

أنفِّــذ	• تمييز الهوائيات البوقية والصحنية وهوائي كاسجرين والهوائيات القطاعية والهوائيات الشريطية والهوائيات الذكية. • عمل جدول بأنواع الهوائيات الموجودة وأشكالها وأعدادها واستخداماتها. • قياس أبعاد قاعدة الهوائي البوقي، وحساب تردد القطع fc لدليل الموجة المتوافق معه. • قياس قطر الهوائي الصحني وعمقه، وحساب البعد البؤري F للصحن. • قياس طول الهوائي الشريطي وتحديد λ، وحساب التردد المناسب للهوائي الشريطي. • فك الهوائي القطاعي وتمييز عناصر مصفوفة الهوائيات داخله.	• الحوار والمناقشة. • العمل الجماعي والعلمي.	• أجهزة ومعدات ومواد: عينات الهوائيات البوقية والصحنية والشريطية والقطاعية المتوفرة، متر للقياس، آلة حاسبة، أدوات وعدد يدوية. • التكنولوجيا: شبكة الإنترنت.
أتحقَّـق	• التحقق من قياسات الصحن وطول الشريط وقاعدة الهوائي البوقي. • التحقق من حسابات بؤرة الصحن وتردد القطع لدليل الموجة والتردد للهوائي الشريطي. • التحقق من فك الهوائي القطاعي وإعادة تركيبه.	• الحوار والمناقشة. • العصف الذهني. • الحوار بين المجموعات.	• الوثائق: المواصفات الفنية للهوائيات. • أجهزة ومعدات: مسطرة مترية للقياس وآلة حاسبة. • التكنولوجيا: الإنترنت.
أوثّـق، وأقدِّم	• توثيق أنواع الهوائيات وأشكالها وقياسات أبعادها واستخداماتها. • توثيق حسابات الأطوال الموجية والترددات. • عرض ما تم إنجازه. • إعداد ملف بالحالة (تمييز هوائيات الميكروويف والاتصالات الخليوية).	• النقاش في مجموعات. • التعلم التعاوني.	• التكنولوجيا: حاسوب، أجهزة عرض. • قرطاسية، منصة عرض.
أقوِّم	• تقييم عملية الفرز والتصنيف. • تقييم عمليات القياس والحسابات المبنية عليها. • رضا رئيس فريق العمل عن النتائج. • تقييم إجراءات السلامة والسلوك المهني.	• الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: المواصفات الفنية للهوائيات. • التكنولوجيا: الإنترنت.



الأسئلة:

1. علل: تحتاج أنظمة اتِّصالات الميكروويف إلى توفير خط نظر بين المرسل والمستقبل.
2. اذكر نوعين مختلفين من الهوائيّات الَّتي تستخدم في نطاق تردّدات الميكروويف.
3. كيف يمكنك معرفة نوع مغذّي الإشارة المستخدم مع الهوائيّ البوقيّ؟



أتعلَّم:

هوائيّات الميكروويف والاتِّصالات الخلويّة

(Microwave and Cellular Mobile System Antennas)

نشاط

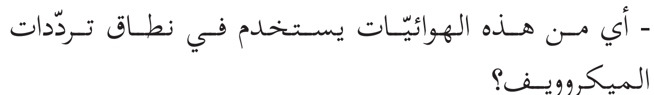
قم بتفحص برج الاتِّصالات (شكل 1):



- كم نوعاً من الهوائيّات يمكنك تمييزه على البرج؟



- ما أنظمة الاتِّصالات الَّتي تستخدم كل نوع؟



- أي من هذه الهوائيّات يستخدم في نطاق تردّدات الميكروويف؟



- أيها يحتاج إلى توفير خط نظر بين المرسل والمستقبل؟

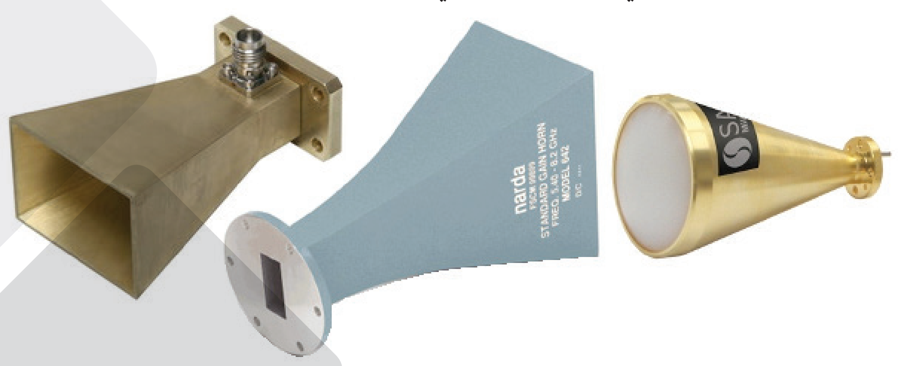


شكل (1): مجموعة هوائيات مختلفة على برج واحد للاتصالات

هل تتوقع وجود أنواع أخرى من الهوائيّات على مثل هذه الأبراج؟

هوائيّ البوق (Horn Antenna):

عبارة عن جسم معدنيّ على شكل بوق مخروطيّ الشكل (مقطعه دائري) أو هرمي الشكل (مقطعه مستطيل)، يستخدم في مجال التردّدات العالية مثل: التردّدات الراديويّة ضمن نطاق UHF، وتردّدات الميكروويف، (شكل 2). وله عدة تطبيقات عمليّة، وخصوصاً في الاتِّصالات الَّتي تتمّ فوق البحار.



شكل (2): أشكال متعددة للهوائي البوقي

- فـي الأنظمـة الراديويّة يوضـع المغـذّي (عنصـر الإرسـال أو الاسـتقبال) داخـل البـوق، والمغـذّي فـي هـذه الحالـة (الإبـرة) هـو الموصـل الداخلـيّ للكابـل المحـوري القـادم مـن جهـاز الإرسـال، والـذي يقـوم ببـث الأمـواج الكهرومغناطيسـيّة داخـل البـوق، وكأنـه هوائـيّ ربـع موجـة أحـاديّ القطـب، ومـن ثـمَّ يقـوم البـوق بتركيـز الإشـارة، وإعـادة إرسـالها فـي الفضـاء إلـى مـدى أكبـر.
- أمـا فـي أنظمـة الميكروويـف فتتّصـل قاعـدة البـوق بنهايـة دليـل الموجـة، (شـكل 3). وتجـدر الإشـارة هنـا إلـى العلاقـة بيـن تـردّد موجـة الميكروويـف وأبعـاد مقطـع دليـل الموجـة:

$$f = C/\ 2\ a$$


حيث:

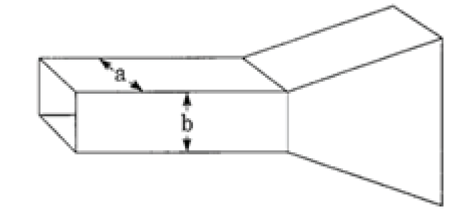
f: تردّد القطع لدليل الموجة، وهو أقلّ تردّد يمكنه أن يمر عبر دليل الموجة.

C: سرعة الضوء البالغة (3×10^8) م/ث

a: طول مقطع دليل الموجة.

أما عرض المقطع b فيساوي نصف طول المقطع a:

$$b = a/\ 2$$



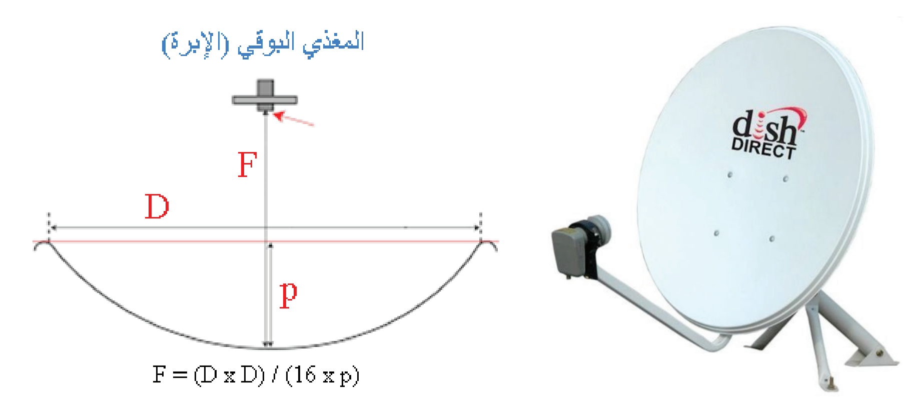
شكل (3): اتصال الهوائي البوقي بدليل الموجة

هوائيّ الصحن (Parabolic Antenna- Dish):

سـطح معدنـيّ مقعّـر يعمـل علـى تجميـع الأشـعة فـي بؤرتـه كمـا تفعـل المـرآة المقعّـرة، شـكل (4). ويمكـن تحديـد موقـع البـؤرة مـن خـلال العلاقـة الآتـية:

$$F = D^2/\ (16 \times P)$$

هناك هوائيّات صحنيّة بأقطار مختلفة (مثل: 180سم، 60سم، 45سم)، وقد يصنع الصحن من المعدن، أو من الفيبر الَّذي يخفي داخله شبكة معدنيّة تقوم بعمليّة عكس الموجات، وتركيزها في بؤرة الصحن.



شكل (4): الهوائي الصحني وبعده البؤري

يُستخدم هذا الهوائيُّ بكثرة في اتّصالات خطّ الرُّؤية، وذلك في:

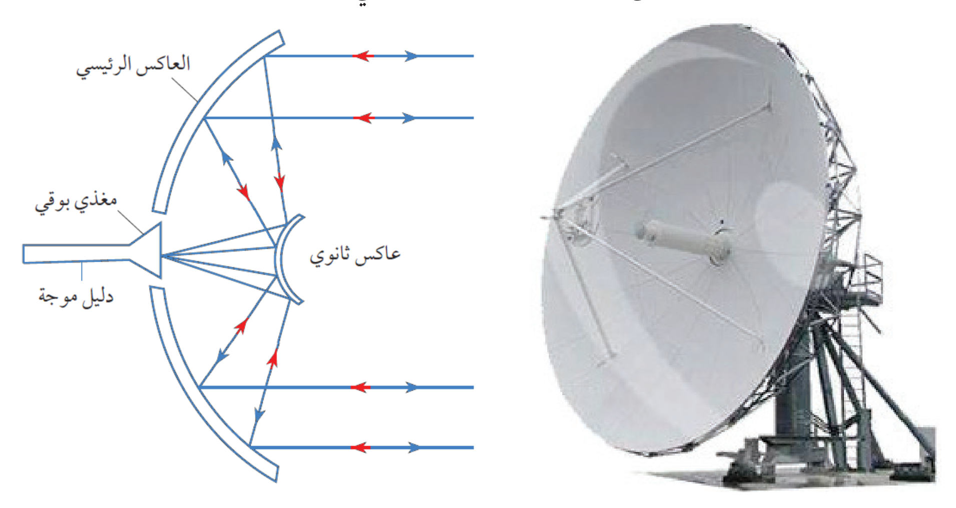
1- مجال تردُّدات الميكروويف للتراسل بين شبكات الميكروويف.

2- الاتّصالات الفضائيَّة لاستقبال القنوات التلفازيَّة عبر الأقمار الصناعيَّة.

هوائيّ كاسجرين (Cassegrain Antenna):

يعد هذا الهوائيّ من الهوائيّات الصحنيّة، إلّا أنَّه يمتاز باستخدام عاكسين، حيث يوضع العاكس الثاني (المحدب) أمام المغذّي البوقي، ليقوم بعكس الموجات إلى العاكس الصحنيّ الرئيسي، شكل (5).

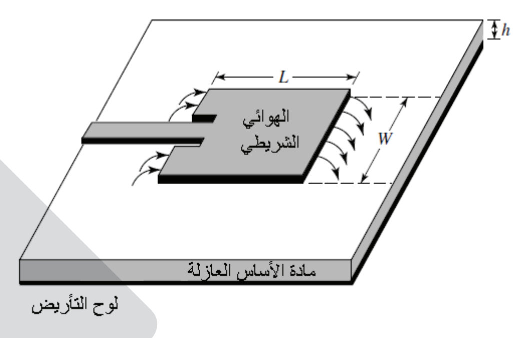
وباستخدام هذا الهوائيّ يمكن الحصول على حزمة ضيقة جداً من هوائيّ أصغر بكثير في أبعاده، مقارنة بالهوائيّات الَّتي تستخدم العاكس الرئيسي فقط. وهو يستخدم في المحطات الأرضيّة للاتّصال مع الأقمار الصناعيّة، كما يمكنك مشاهدته على سيارات البث الفضائيّ المباشر وأنظمة الرادار.



شكل (5): هوائي كاسجرين وتركيبه ومبدأ عمله واستخدامه كمرسل ومستقبل كما في الرادار

الهوائيّ الشريطي (Micro strip Antenna):

هو شريط معدنيّ رقيق جدّاً (سماكته أصغر بكثير من طول الموجة) ومثبّت على ارتفاع صغير جدّاً h (غالباً ما يكون: $0.005\,\lambda \leqslant h \leqslant 0.05\,\lambda$) فوق لوح موصل للتأريض تفصل بينهما مادّة عازلة، شكل (6).



شكل (6): هوائي شريطي مطبوع

ويوجد الشريط المعدنيّ بأشكال مختلفة كالمستطيل والدائري والحلقيّ والشريط الرفيع (دايبول). ومن أكثر هذه الأشكال شيوعاً الهوائيّ الشريطي المستطيل، والذي يكون طوله (L) في العادة ضمن القيم:

$$\lambda/2 \geqslant L \geqslant \lambda/3$$

(العلاقة الرياضية للإطلاع فقط)

وفي العادة فإنّه يتم تثبيت الهوائيّ الشريطي وتوصيلاته على شكل عناصر مطبوعة على لوحات الأجهزة، ولذلك كثيراً ما يشار إلى هذه الهوائيّات باسم (الهوائيّات المطبوعة Printed Antennas). وتستخدم الهوائيّات الشريطية في الاتّصالات اللا سلكيّة الّتي تحتاج إلى صغر الحجم، وخفة الوزن، وقلّة السماكة، وسهولة التركيب، كالهواتف المحمولة والاتّصالات الفضائيّة.

الهوائيّ القطاعيّ (Sector Antenna):

تستخدم الهوائيّات القطاعيّة (شكل 7 - أ) في أبراج اتّصالات الهواتف الخلويّة المحمولة بشكل واسع، حيث تعمل كهوائيّات إرسال واستقبال للتواصل مع الوحدات المحمولة. وفي العادة يتم تركيب هذه الهوائيّات على البرج (Base Station) بحيث تغطّي كل منها قطاعاً أو منطقة اتّساعها °120، (شكل 7 - ب).

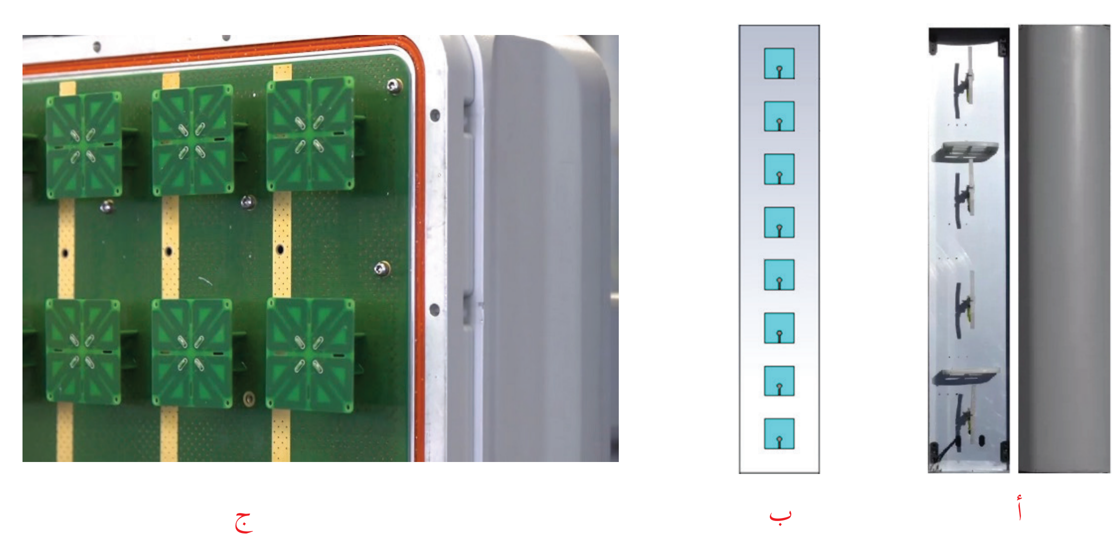


شكل (7): أ- الهوائي القطاعي



ب- ثلاثة هوائيات قطاعية كل منها يغطي 120 درجة

والهوائيّ القطاعيّ عبارة عن مصفوفة من العناصر الّتي تشع الموجات الكهرومغناطيسيّة كالهوائيّات الشريطية (Microstrip Arrays)، أو ثنائيّة القطب (Dipole Arrays) المثبتة أمام صفيحة معدنيّة عاكسة، ومغطّاة بغطاء بلاستيكيّ لحمايتها من العوامل الخارجيّة (شكل 8).



(شكل 8): تركيب الهوائيات القطاعية من الداخل: أ- مصفوفة 4 عناصر دايبول ب- مصفوفة 1 × 8 عناصر هوائيات شريطية دائرية ج- محطة Wi-Fi متطورة من الجيل الخامس 5G

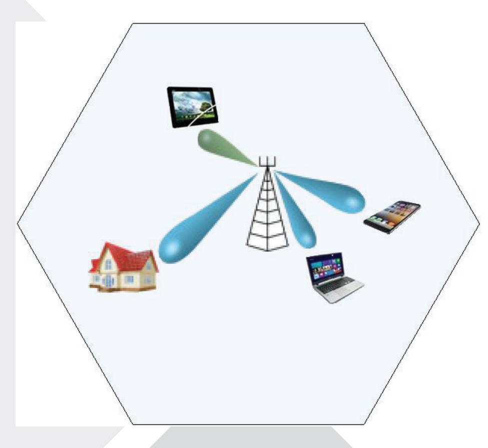
ويُبيِّن شكل (8 - ج) محطة قاعدة (Wi-Fi) من الجيل الخامس (5G): وهي عبارة عن مصفوفة 8 × 8 = 64 عنصراً للإرسال ومثلها للاستقبال = 128 هوائيّاً (شريطياً مطبوعاً) لكل برج، تعمل على تردّدات مثل 2.5 GHz بتقانة توجيه الأشعة الضيقة (Beam Steering). إن كل مربع يظهر في الشكل هو أحد الهوائيّات الشريطية الـ 128. وتعرف هذه العمليّة الّتي تستخدم عدداً من الهوائيّات لإرسال عدة إشارات واستقبالها بشكل متواز بتقنية (Multiple Input Multiple Output) MIMO.

الهوائيّات الذكية (Smart Antenna):

تستخدم الهوائيّات الذكية شكل (9)، بشكل متزايد في أنظمة الاتّصالات الخلويّة وغيرها من أنظمة الاتّصالات.



شكل (9): الهوائي الذكي



شكل (10): نمط الإشعاع للهوائيات الذكية

ويقوم مبدأ عملها على استخدام نمط إشعاع غير ثابت من هوائيّ مركز الخلية (البرج)، حيث تستخدم تقنية المسح متعدد الأوجه (Multibeam Scanning)، ليكتشف الهوائيّ زاوية وصول الإشارة القادمة، ثمَّ يعيد توجيه شعاع الهوائيّ على نفس الزاوية لخدمة المستخدم (شكل 10). ويعتمد عمل هذه الهوائيّات على نظام محوسب، للتحكم في الإشارة وإعادة توجيهها.

يوفر نظام الهوائيّات الذكية الميزات الآتية:

1. زيادة سعة الشبكات اللاسلكيّة، عن طريق إعادة استخدام نفس الترددّات لآخرين في نفس المنطقة.
2. توفير سرعة أكبر لنقل البيانات.
3. زيادة كسب الهوائيّ في الاتجاه المرغوب، وتخفيض الإشعاع في اتجاهات التداخل.

أما أبرز عيوب هذا النظام فهي:

1. تعقيد أجهزة الإرسال والاستقبال (Transceiver)، وارتفاع تكلفتها.
2. يقل معدّل نقل البيانات بحركة الشخص المستخدم.

5-7 الموقف التعليميّ التعلميّ الخامس:
تصميم هوائيّ ياغي- أودا (Yagi- Uda Antenna)



وصف الموقف التعليميّ التعلميّ: طلبت إليك إدارة إحدى محطات البث التلفزيوني المحلِّيّة بصفتك صاحب ورشة لتصنيع الهوائيّات، تصنيع هوائيّات تلائم استقبال تردّدات قناتهم التلفزيونية ليتم توفيرها وبيعها في السوق المحلِّيّ.

العمل الكامل			
خطوات العمل	**وصف الموقف الصفي**	**المنهجية**	**الموارد حسب الموقف الصفي**
أجمع البيانات، وأحلّلها	• جمع بيانات من مدير القناة عن: • التردد الذي تبث عليه القناة. • موقع برج الإرسال بالنسبة للمنطقة المستهدفة بالبث. • جمع البيانات عن: • مكونات هوائي ياغي-أودا. • أبعاد العناصر في هوائي ياغي. • المسافات بين العناصر المختلفة.	• العمل التعاوني (العمل في مجموعات). • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: الطلب الخطي للزبون، مواصفات تصميم هوائي ياغي. • التكنولوجيا: مواقع على شبكة الإنترنت لتصميم هوائي ياغي.
أخطّط، وأقرّر	• تصنيف البيانات (عناصر الهوائي، أطوال العناصر، ترتيبها، المسافات الفاصلة بينها). • تحديد خطوات العمل: • اتخاذ القرار بشأن عدد العناصر في الهوائي. • تحديد الحسابات اللازمة والعلاقات. • ترتيب خطوات حساب أطوال عناصر الهوائي. • اختيار الأنبوب المعدني المناسب للتنفيذ. • تحديد ألية تجميع العناصر بعد قصها. • اختيار وسيلة اختبار الهوائي.	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات. • العصف الذهني (استمطار الأفكار).	• الوثائق: البيانات التي تم جمعها، تردد القناة التلفزيونية، معايير تصميم هوائي ياغي، العلاقات الرياضية اللازمة. • التكنولوجيا: الإنترنت.

أنفّـــذ	• حساب أطوال عناصر هوائي ياغي. • حساب المسافات بين العناصر. • عمل رسم توضيحي للهوائي الناتج مع توقيع البيانات على الرسم. • قص الأنبوب حسب أطوال العناصر. • تجميع العناصر على سارية معزولة.	• الحوار والمناقشة. • العمل الجماعي والعلمي.	• أجهزة ومعدات ومواد: آلة حاسبة، قرطاسية لتنفيذ الرسم، مسطرة قياس، أنابيب معدنية رقيقة، قطاعة مناسبة، سارية معزولة لتجميع العناصر. • التكنولوجيا: الإنترنت.
أتحقـّق	• التحقق من حسابات أطوال العناصر وتباعدها. • التحقق من صحة القياسات بعد التجميع. • فحص عمل الهوائي واستقباله للقناة المطلوبة.	• البحث العلمي.	• الوثائق: العلاقات الرياضية للتصميم. • أجهزة ومعدات: حاسبة ومسطرة، تلفاز، كيبل. • التكنولوجيا: الإنترنت.
أوثـّق، وأقدّم	• توثيق حسابات الطول والطول الفعال للموجة. • توثيق حسابات تصميم الهوائي. • عرض ما تم إنجازه. • إعداد ملف بالحالة (تصميم هوائي ياغي-أودا).	• النقاش في مجموعات. • التعلم التعاوني.	• التكنولوجيا: حاسوب، أجهزة عرض. • قرطاسية، منصة عرض.
أقوّم	• مطابقة معايير الهوائي والاستقبال التلفزيوني. • رضى إدارة القناة وموافقتهم على تصميم الهوائي وأدائه. • تقييم إجراءات السلامة والسلوك المهني	• الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: معايير تصميم هوائي ياغي. • التكنولوجيا: الإنترنت.



الأسئلة:

1. علل: استخدام كل من العاكس والموجّهات في بنية هوائيّ ياغي- أودا.
2. هل تفضل استخدام تصميم واحد أم أكثر لهوائيّ ياغي المطلوب؟ (هل جميع مناطق الاستقبال تحتاج نفس العدد من الموجّهات في الهوائيّ)؟
3. لماذا يكون الطول الفعال للموجة الكهرومغناطيسيّة (داخل الهوائيّ) أقلّ من طولها في الفضاء؟



أتعلَّم:

هوائيّ ياغي- أودا (Yagi- Uda Antenna)

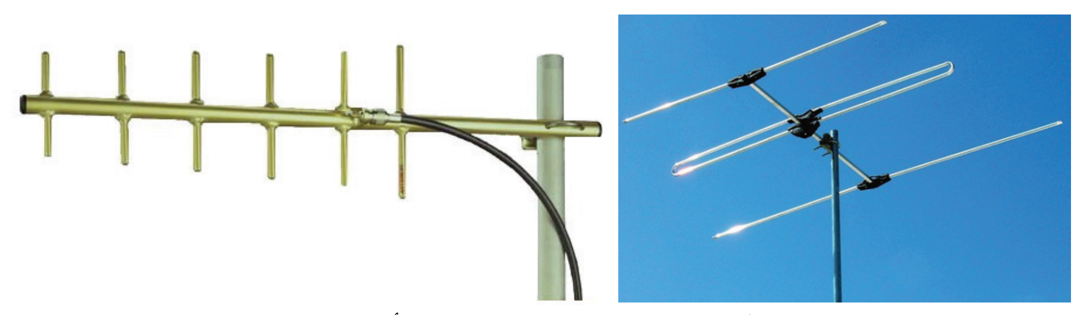
نشاط

يُبيِّن الشكل (1) هوائيّين من هوائيّات ياغي- أودا. هل يمكنك المقارنة بين الهوائيّين من حيث:

1. شكل ثنائيّ نصف الموجة (الدايبول) المستخدم.
2. عدد الموجّهات والعواكس.



3. الاتّجاهيّة في كل منهما.
4. اعتماداً على أبعاد الهوائيّين، أيّ منهما مخصص لاستقبال قناة أو باقة تردّدية ضمن تردّدات VHF؟ وأيهما مخصص لاستقبال قناة أو باقة تردّدية ضمن تردّدات UHF؟
5. نوع الاستقطاب.



شكل (1): هوائي ياغي- أودا مختلفان في شكل الدايبول والأبعاد وعدد العناصر وتردد الموجة

البث التلفزيوني في النطاقين VHF، UHF:

يُعدّ البث التلفزيوني التقليدي طريقة لبث المواد التلفزيونية دون استخدام الأقمار الصناعيّة أو الكابلات، ويكون عادة باستخدام الموجات الراديويّة في النطاقين (UHF) و (VHF) من خلال هوائيّ إرسال (في محطة الإرسال) وهوائيّ استقبال منزلي بسيط، كما يتطلب جهاز (تلفزيون) لعرض المحتوى. وقد شاع استخدام هذا النوع من البث التلفزيوني وخاصّة في نطاق UHF في محطات التلفزة المحلِّيّة في المدن، ولكنه أخذ في الاضمحلال بسبب ظهور التقنيّات الحديثة في عالم الاتّصالات، وانتشار البث التلفزيوني عبر الأقمار الصناعيّة.

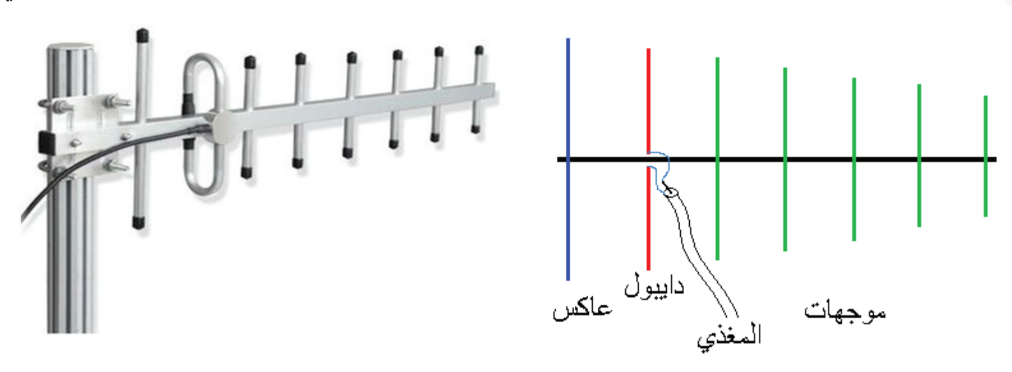
هوائيّ ياغي-أودا:

هو مصفوفة من الموصلات مؤلفة من عدة عناصر هي الدايبول والعاكس وموجِّهٌ واحد على الأقلّ أو عدة موجّهات (شكل 2).

- **الدايبول:** وهو عبارة عن هوائيّ نصف الموجة ثنائيّ القطب (دايبول مفتوح أو مطوي).
- **العاكس:** موصل يكون أطول قليلاً من الدايبول، يوضع خلفه، ويعمل على تقوية الإشارة في

الاتجـاه الأمامـي وإضعافهـا فـي الاتجـاه العكسـي، وذلـك لزيـادة كسـب الهوائـيّ (يسـتخدم فـي العـادة عاكـس واحـد؛ لأنّ تأثيـر أيّ عاكـس إضافـي يكـون محـدوداً جـداً).

- **الموجّهـات:** موصـل واحـد أو أكثـر تكـون أقصـر طـولاً مـن الدايبـول، وتوضـع أمامـه مرتّبـة بالتدريـج حسـب أطوالهـا (الأطـول أقـرب إلـى الدايبـول) بهـدف تحسـين اتّجاهيّـة الهوائـيّ.



شكل (2): هوائي ياغي- أودا (دايبول مفتوح أو مطوي) موصول باستخدام الكابل المحوري

تصميم هوائيّ ياغي-أودا

يُبيِّن المثال التالي كيفيّة تصميم هوائيّ ياغي-أودا:

مثال: قـم بتصميـم هوائـيّ ياغـي-أودا مكـون مـن سـبعة عناصـر لالتقـاط الباقـة التردّديـة مـن 596 MHz إلى 600 MHz، مسـتخدماً الدايبـول المطـوي ضمـن المصفوفة، وموضحـاً ذلك بالرسـم[3].

الحل: نبني حساباتنا على أساس أعلى تردّد ضمن الباقة التردّدية المراد استقبالها، أيّ 600 MHz

أوّلاً- حساب طول الموجة λ

$$\lambda = c/f$$
$$= 3 \times 10^8 / 600\times10^6 = 0.5 \text{ meter}$$

ثانياً- حساب الطول الفعال للموجة 'λ

$$\rightarrow \lambda' = 0.95 * \lambda$$
$$= 0.95 * 0.5 = 0.475 \text{ meter}$$

[3]: النطاق الترددي لكل قناة تلفزيونية من قنوات (UHF أو VHF) عبارة عن 6 MHz، فالنطاق الترددي للقناة رقم Channel 35 على سبيل المثال هو: 602 MHz - 596 MHz، وقد اخترنا في المثال أعلاه استخدام النطاق الترددي 596 MHz - 600 MHz من أجل سهولة التعامل مع الأرقام فقط.

ثالثاً- حساب طول الدايبول D

$D = \lambda'/2 = 0.95 * \lambda/2$

$= 0.475/ 2 = 0.238$ meter

ويمكننا تحويل طول الدايبول إلى السنتيمترات، فيكون:

$D = 2.38 * 100 = 23.8$ cm

رابعاً: حساب طول العاكس R

$R = 105\% \ D = 1.05 * D$

$= 1.05 * 0.238 = 0.249$ meter $= 24.9$ cm

خامساً: حساب أطوال الموجّهات d1، d2، d3، d4، d5

$d1 = 95\% \ D = 0.95 * D$

$= 0.95 * 23.8 = 22.5$ cm

$d2 = 92.5\% \ D = 0.925 * D$

$= 0.925 * 23.8 = 22.0$ cm

$d3 = 90\% \ D = 0.90 * D$

$= 0.90 * 23.8 = 21.4$ cm

$d4 = 87.5\% \ D = 0.875 * D$

$= 0.875 * 23.8 = 20.8$ cm

$d5 = 85\% \ D = 0.85 * D$

$= 0.85 * 23.8 = 20.2$ cm

لاحظ أنّ كل موجّه (بعد الموجِّه الأول) أقصر من سابقه بمقدار D 2.5% أيّ 0.6 سنتيمترات في هذا المثال.

سادساً: حساب المسافات بين العناصر المختلفة

المسافة b بين الدايبول والعاكس:

$b = 22\% \ \lambda$

$= 0.22 * 0.5 = 0.11$ meter $= 11$ cm

المسافة a1 بين الدايبول والموجّه الأول:

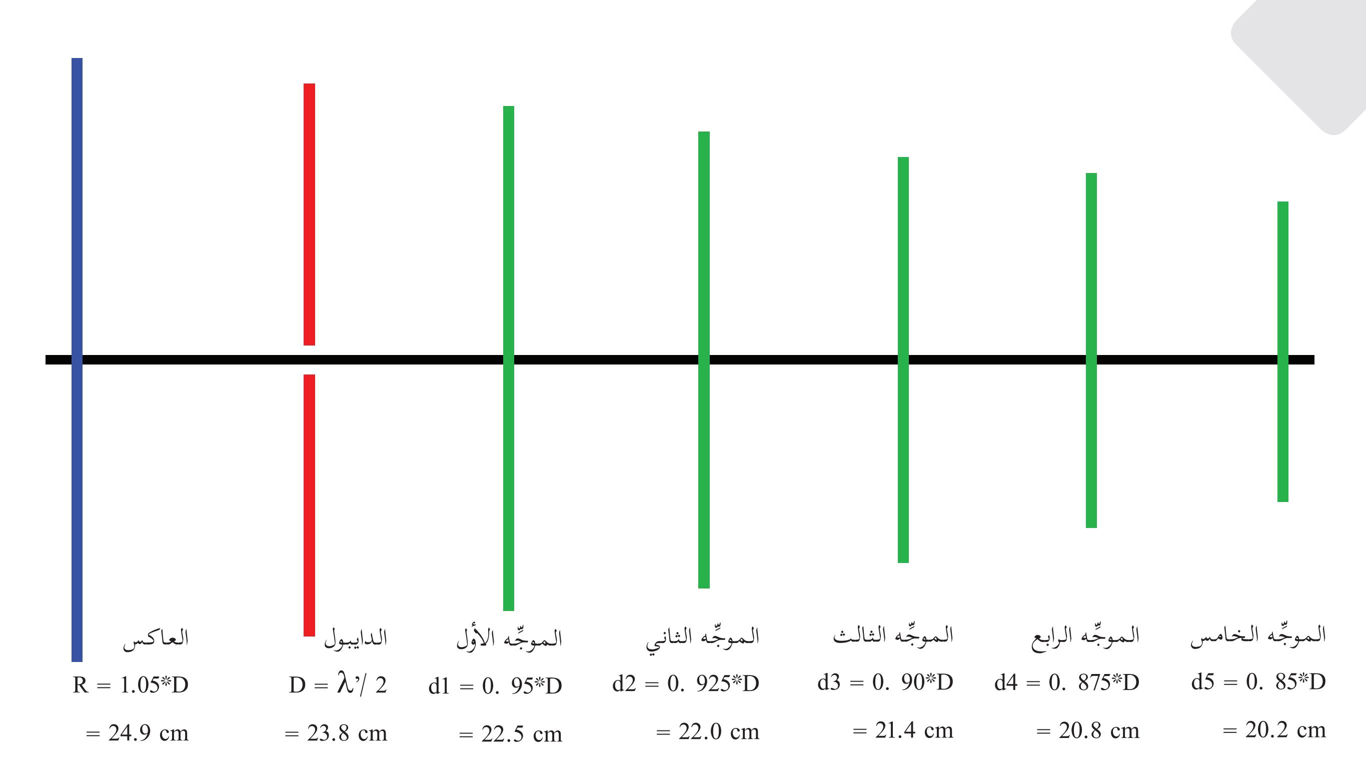
$a1 = 10\% \ \lambda$

$= 0.10 * 0.5 = 0.05$ meter $= 5$ cm

المسافة بين كل موجِّه والذي يليه a2، a3، a4، a5:

كل مسافة منها تساوي a1 أيّ 5 cm

وأخيراً نقوم برسم هوائيّ ياغي المكوّن من سبعة عناصر كما في الشكل (3)، مع توضيح أطوال العناصر المختلفة والمسافات بينها على الرسم.



شكل (3): تصميم هوائي ياغي- أودا (دايبول مفتوح) مكون من 7 عناصر
لاستقبال الباقة الترددية 594 MHz - 600 MHZ



6-7 الموقف التعليميّ التعلميّ السادس:
تركيب الهوائيّ الصحنيّ (Satellite Dish) لاستقبال القنوات الفضائيّة

وصف الموقف التعليميّ التعلميّ: اتصل أحد الزبائن بالورشة الَّتي تعمل فيها لتركيب وصيانة الهوائيّات الصحنيّة وملحقاتها، يريد شراء وتركيب صحن استقبال للقنوات الفضائيّة على سطح منزله لاستبدال صحنه القديم.

العمـــــل الكامـــــل			
خطوات العمل	**وصف الموقف الصفي**	**المنهجية**	**الموارد حسب الموقف الصفي**
أجمع البيانات، وأحلّلها	• جمع بيانات من الزبون عن: • قطر الصحن الذي يريد تركيبه. • الأقمار التي يريد التقاطها. • المسافة عن المستقبل أو عدد الطوابق. • موضع التركيب ونوع القاعدة المطلوبة. • جمع البيانات عن: • أنواع الصحون ومقاساتها وملحقاتها. • تركيب الهوائي الصحني (الوحدة الخارجية). • أعمال تمديد الكيبل المحوري وتوصيله إلى مقبس إشارة القنوات الفضائية.	• العمل في مجموعات. • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي. • زيارة ميدانية.	• الوثائق: الطلب الخطي للزبون، كتالوجات المواصفات الفنية وأدلة التركيب. • التكنولوجيا: شبكة الإنترنت.
أخطّط، وأقرّر	• تصنيف البيانات (الهوائي الصحني وأنواعه، أنواع المنافذ والطرفيات والتحويلات، التركيب، طرق التوصيل مع الصحن). • تحديد خطوات العمل بالترتيب: • اختيار الصحن المناسب بالقطر المناسب. • تحديد موضع التركيب وكيفيته. • اختيار القاعدة المعدنية الملائمة. • تحديد زاوية الصحن واتجاهه. • اختيار نوع الكيبل المحوري وطوله. • تحديد طريقة ضبط الإشارة. • تحديد الملحقات والعدد اللازمة للتركيب.	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات. • العصف الذهني (استمطار الأفكار).	• الوثائق: أدلة الشركات الصانعة للصحون واللاقط ... إلخ، دليل استخدام جهاز ضبط الإشارة، مواصفات الكيبل المحوري، البيانات التي تم جمعها. • التكنولوجيا: شبكة • الإنترنت.

أنفّــذ	• تثبيت القاعدة في الموضع المحدد بالكيفية المحددة (تركيب أفقي أو عمودي). • التركيب الأولي للهوائي الصحني على القاعدة. • توجيه الصحن، وتثبيت زاويته بشكل غير نهائي. • تجميع الهوائي الصحني واللاقط. • المعايرة باستخدام جهاز ضبط الإشارة (أو الرسيفر) ومن ثم التثبيت النهائي للصحن. • تركيب وتوصيل الدايسك (إن لزم). • توصيل الكيبل وتنفيذ أعمال التمديدات. • توصيل مقبس إشارة القنوات الفضائية (لتزويد الوحدة الداخلية).	• الحوار والمناقشة. • العمل الجماعي والعلمي. • العصف الذهني.	• أجهزة ومعدات ومواد: أجزاء الهوائي الصحني "الوحدة الخارجية": (الصحن، اللاقط/ اللواقط، الدايسك، القاعدة المعدنية)، علبة مقبس، كيبل محوري، جهاز ضبط الإشارة أو (الرسيفر والشاشة)، مقدح كهربائي، صندوق العدد اليدوية. • التكنولوجيا: الإنترنت.
أتحقّق	• التحقق من سلامة التركيب (ثبات القاعدة وعموديتها، زاوية الصحن واتجاهه، شد براغي التركيب، التوصيل الجيد للاقط والدايسك وعلبة المقبس). • التحقق من عدم ترك أجزاء معراة عند مواضع توصيل نهايات الكيبل. • التحقق من جودة استقبال القنوات الفضائية.	• الحوار والمناقشة. • العصف الذهني. • الحوار بين المجموعات.	• الوثائق: دليل تركيب الهوائي الصحني، خريطة المنافذ على واجهة الدايسك. • المعدات: جهاز الضبط، زاوية قائمة، عدد التثبيت. • التكنولوجيا: الإنترنت.
أوثّق، وأقدّم	• توثيق المكونات التي تم تركيبها ومواصفاتها. • توثيق خطوات العمل والأدوات المستخدمة، والطريقة المستخدمة لضبط الإشارة ونتائجها. • عرض ما تم إنجازه. • إعداد ملف بالحالة (تركيب الهوائي الصحني لاستقبال القنوات الفضائية).	• النقاش في مجموعات. • التعلم التعاوني.	• التكنولوجيا: حاسوب، أجهزة عرض. • قرطاسية، منصة عرض.
أقوّم	• مطابقة معايير التركيب للصحن والقاعدة... إلخ. • رضى الزبون وموافقته على أعمال التجميع والتركيب والتمديد وضبط الإشارة. • تقييم إجراءات السلامة والسلوك المهني.	• الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: أدلة التركيب. • التكنولوجيا: الإنترنت.



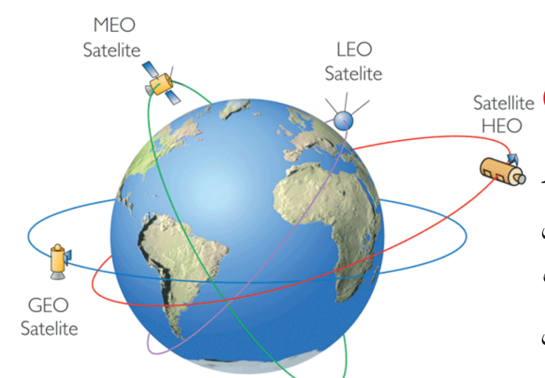
الأسئلة:

1. علل: في معظم الحالات لا يفضل الزبائن تركيب محرك (موتور) لتوجيه الهوائيّ الصحنيّ.
2. ما أثر قطر الهوائيّ الصحنيّ على قوّة الإشارة الّتي يتم استقبالها؟
3. ما الخيارات الّتي يمكنك اللجوء إليها في حال وجود عائق أمام الصحن في موضع التركيب؟
4. من أين تحصل دارات خافض الإشارة منخفض التشويش (LNB) على التغذية الكهربائيّة المناسبة لعملها؟



أتعلَّم:

نظام استقبال القنوات الفضائيّة (Satellite Channels)



شكل (1): مدارات الأقمار الصناعية المختلفة حول الأرض

نشاط



يُبيِّن الشكل (1) مدارات متعددة للأقمار الصناعيّة المختلفة حول كوكب الأرض. هل يمكنك استناداً إلى ارتفاعات هذه المدارات أن تحدِّد أيها يناسب استخدامه في كل من المجالات الآتية:

1. البث التلفزيوني والقنوات الفضائيّة.
2. أنظمة تحديد المواقع (GPS).
3. الاتِّصالات الخلويّة.

الأقمار الصناعيّة المستخدمة في أنظمة الاتِّصالات المختلفة:

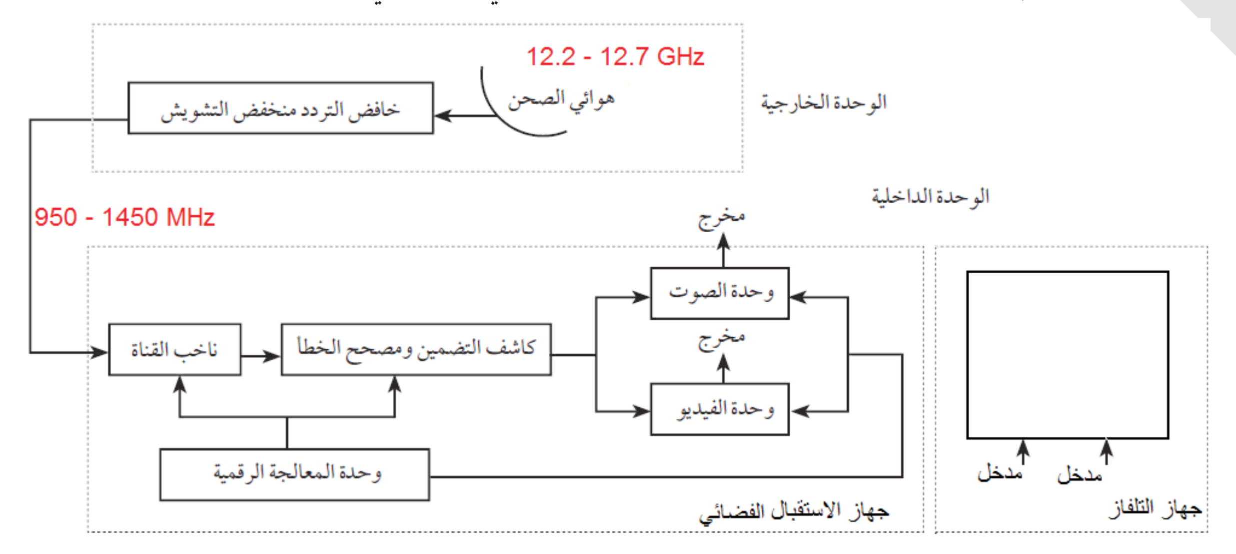
تتوزع الأقمار الصناعيّة في مدارات حول الأرض، وذلك بحسب طبيعة استخدامها، وتصنّف هذه المدارات إلى:

- المدارات الثابتة جغرافياً (Geostationary Orbit- GEO): يوضع القمر على ارتفاع 35786 Km من سطح الأرض عموديّاً فوق خط الاستواء، ويدور بشكل متزامن مع دوران الأرض، بحيث يبقى ثابتاً فوق بقعة محدّدة. ويستخدم هذا النوع من الأقمار بكثرة في أنظمة البث الإذاعيّ والتلفازي، وتكفي ثلاثة أقمار منها لتغطية سطح الأرض بشكل كامل.
- المدارات الوسطية (Medium Earth Orbit- MEO): وتتراوح بين 5000 – 12000 Km عن سطح الأرض. وقربها من الأرض يتيح لها استخدام طاقة إرسال منخفضة، للتعامل مع أجهزة اتِّصال صغيرة الحجم. ويستخدم هذا النوع من الأقمار في أنظمة تحديد المواقع (GPS).

- المدارات المنخفضة (Low Earth Orbit- LEO): وترتفع هذه المدارات ما بين 500 – 900 Km عن سطح الأرض، وتستخدم للاتِّصالات المتنقِّلة والأنظمة الخلويّة.

نظام الاستقبال التلفازي الفضائيّ المنزلي:

يتألف هذا النظام (شكل 2) من وحدتين خارجيّة وداخلية يصل بينهما كابل محوري لنقل الإشارة، ويمثل هذا النظام محطة استقبال أرضيّة للاتِّصال التلفزيوني الفضائيّ عبر الأقمار الصناعيّة.



شكل (2): نظام استقبال تلفازي فضائي

مكوِّنات الوحدة الخارجيّة (Outside Unit) لمحطة استقبال القنوات الفضائيّة:

تتألف الوحدة الخارجيّة لمحطة الاستقبال (المنزلية) للقنوات الفضائيّة من الأجزاء الآتية:

1. الهوائيّ الصحنيّ (Dish):

يأخذ الهوائيّ الصحنيّ شكل قطع مكافئ (Parabola)، ويأتي بأقطار وهيئات مختلفة. إن الهوائيّ الصحنيّ الصلد (المشكل من قطعة واحدة) غالباً ما يحقق أداء أفضل؛ لأنَّه لا مجال فيه لحدوث أخطاء أثناء التركيب، ويحافظ العاكس على شكله الدقيق لفترة طويلة، بعكس الهوائيّات المجمعة الَّتي تكون أكثر عرضة لأخطاء التركيب، وأكثر عرضة لتأثير العوامل الجوية.

2. اللاقط (LNB):

اسمه العلميّ (وحدة خافض التردّد منخفض التشويش Low Noise Low Frequency Block).

يقوم اللاقط بوظيفتين أساسيّتين، هما:

- استقبال الإشارة الضعيفة المنعكسة عن الصحن العاكس إلى المغذّي البّوقيّ (الإبرة) وتكبيرها.
- تخفيض كتلة التردّدات مجتمعة من التردّد العالي إلى تردّد وسيط. فمثلاً:

- يتم خفض تردّدات C-Band (من النطاق 8 GHz –4) إلى (950 – 1450 MHz).
- ويتم خفض تردّدات Ku-Band (النطاق 18 GHz –12) إلى (950 – 1750 MHz).

3. القاعدة المعدنيّة (Base):

وهي الحامل المعدنيّ للصحن، ومهما اختلفت أشكالها فإنَّ تركيبتها تتيح لها إمكانيّة التدوير أفقيّاً ورأسيّاً بالقدر المطلوب. ويفضل أن تكون القاعدة من الحديد المجلفن لمقاومة عوامل الجو المختلفة.

4. محرك تدوير الصحن (Motor):

وهو مكون اختياري يمكن الاستغناء عنه بالتثبيت الجيد للهوائيّ، وكذلك باستخدام الدايسك في حالة وجود عدة لواقط.

5. المجمع (الدايسك DiSEqC):

الدايسك (Digital Satellite Equipment Control) هو عبارة عن مجمع يمكنك من استخدام أكثر من لاقط (LNB) على كابل محوري واحد لتوصيل الإشارة إلى الوحدة الداخليّة. ويوجد عدة إصدارات من الدايسك مثل:

- DiSEqC 1.0: ويوفر إمكانيّة إرسال إشارة من الرسيفر إلى الدايسك للتحكم في الـ LNB المختلفة المتصلة إلى الرسيفر باستخدام هذه الإمكانيّة يمكن توصيل عدد من الـ LNB يصل إلى 4 في نفس الوقت.
- DiSEqC 1.2: وهذا النوع عبارة عن وحدة تحريك تتضمن آلية عمل الدايسك، فهي تمكنك من التحكم بمحرك تدوير الصحن من خلال الرسيفر (المتصل بها عن طريق الكابل المحوري). وباستخدام هذه النوعيّة من وحدات التحريك يتم الانتقال إلى الأقمار آلياً بمجرد اختيار القناة.

مكوّنات الوحدة الداخليّة (Inside Unit) لمحطة استقبال القنوات الفضائيّة:

تتألف الوحدة الداخليّة لمحطة الاستقبال (المنزلية) للقنوات الفضائيّة من الأجزاء الآتية:

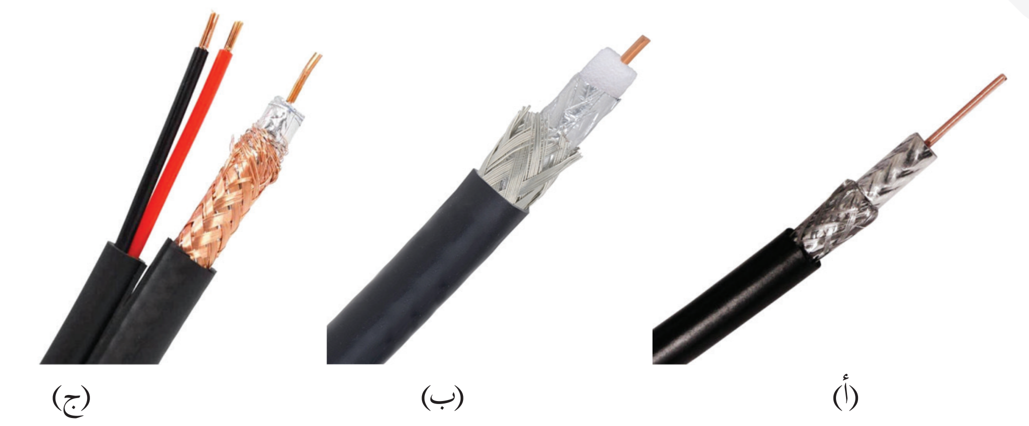
1. جهاز استقبال القنوات الفضائيّة (الرسيفر Receiver).
2. جهاز التلفاز (الشاشة TV set، Screen).
3. مقبس الإشارة (Signal Socket).
4. كابلات التوصيل المحورية (Coaxial Cables).

الكابل المحوري (Coaxial Cable):

يستخدم الكابل المحوري (RG6) والكابل المحوري (RG59) في تمديدات الإشارات التلفزيونية، والممانعة المميزة (Zo) لكل منهما هي:

$$Z_o = 75\ \Omega$$

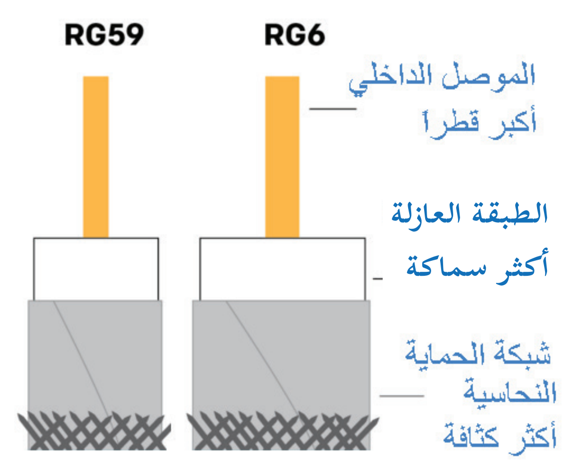
ولكن الكابل (RG6) يمتاز بموصل داخلي أكثر سماكة وبعازلية أفضل وشبكة شعيرات معدنيّة (من النحاس أو الألومنيوم) أكثر حماية وحفاظاً على الطاقة الكهرومغناطيسيّة المنقولة. وهذه المواصفات تعطي (RG6) عرض نطاق أكبر وتجعله أكثر ملاءمةً للتردّدات العالية، لذلك يفضل استخدامه في تطبيقات التردّدات العالية: كالإنترنت، والتلفزة بالكوابل، ونقل إشارات المحطات التلفزيونية الفضائيّة، انظر شكل (3).



(أ) (ب) (ج)

شكل (3): أ- كابل محوري RG6 ب- كابل محوري RG6 مع طبقتين للحماية ج- كابل محوري RG6 مع أسلاك للقدرة الكهربائية

أما الكابل المحوري (RG59) فيمكن استخدامه في تطبيقات التردّدات الّتي لا تزيد عن 50 MHz؛ لأنّ سماكة موصله أقلّ، وعازليته أقلّ، كما أن شبكة الحماية فيه غير مصممة للحفاظ على الإشارات من درجة 1GHz بشكل جيد، انظر شكل (4).



شكل (4): مقارنة بين تركيب كل من الكابل المحوري RG6 والكابل المحوري RG59

الوصلات المحورية أو النهايات الطرفية المحورية (Coaxial Connectors):

تستخدم في العادة وصلات محورية نوع (F type) لتوصيل نهايات الكابل المحوري مع الأجهزة والمُعَدّات المختلفة كاللاقط والدايسك ومقبس الإشارة والرسيفر وشاشة العرض التلفزيوني. وتتوفر هذه الوصلات على شكلين مؤنثة ومذكرة لملاءمة التوصيلات المختلفة (شكل 5).



شكل (5): أشكال مختلفة من النهايات الطرفية للكابلات المحورية

تركيب الهوائيّ الصحنيّ وتجميع الوحدة الخارجيّة وتوصيلها. (خاص بالتطبيق العملي)

تختلف تفاصيل عمليّة التركيب وأجزاؤها من هوائيّ صحنيّ لآخر، وفي المجمل يمكن اتباع الخطوات الآتية على الترتيب:

1. تثبيت القاعدة:

تصمم قاعدة الصحن المعدنيّة للتركيب إمّا على أسطح البنايات، أو على الجدران (شكل 6)، وفي كلتا الحالتين يجب مراعاة التثبيت بزاوية قائمة، وباستخدام براغي الجامبو بشكل جيد.







شكل (6): تركيب قاعدة الصحن الهوائي

2. تجميع الصحن:

تختلف تفاصيل عمليّة التجميع حسب الأجزاء المرفقة مع الصحن (شكل 7).



شكل (7): أجزاء الصحن والعِدَد المستخدمة في تركيبه

3. تركيـب الصحـن علـى القاعـدة المعدنيّـة، وتثبيتـه بشـكل أولـي بوسـاطة براغـي التثبيـت المرفقـة مـع القاعـدة، وفـي المواضـع المحـدّدة (شـكل 8)، مـع توجيـه الصحـن بشـكل مبدئـي نحـو الجنـوب. ويمكـن الاسـتفادة مبدئيـاً مـن اتجـاه الصحـون المركبـة علـى أسـطح البنايـات المجـاورة.



شكل (8): تثبيت الصحن على القاعدة المعدنية

4. توجيـه الصحـن ضبـط زاويتـه بالدرجـة المطلوبـة، وتقـاس الزاويـة بنسـبة زاويـة الأرض إلـى الأقمـار الصناعيّـة، ففـي نابلـس مثـلاً تكـون الزاويـة (32.5 درجـة) وتـزداد كلمـا اتجهنـا شـمالاً (35 درجـة فـي الناصـرة)، وتقـل كلمـا اتجهنـا جنوبـاً (30 درجـة فـي النقـب). وتتـرك براغـي التحكـم باسـتدارة القاعـدة نصـف مشـدودة فـي هـذه المرحلـة (شـكل 9).



شكل (9): توجيه الصحن وضبط زاوية ميلانه باتجاه القمر الصناعي

5. تثبيـت الرِّجـل أو الأرجـل المخصصـة لحمـل اللاقـط (شـكل 10)، وفـي بعـض الحـالات قـد يلـزم القيـام بعمـل ثقـوب فـي الصحـن باسـتخدام المقـدح الكهربائـيّ لتثبيـت الأرجـل.



شكل (10): تثبيت الرجل/ الأرجل على الصحن تمهيداً لتركيب اللاقط

6. تثبيـت اللاقـط فـي بـؤرة الصحـن مـع توجيـه مقدمتـه (حيـث يوجـد المغـذّي البوقـي- الإبـرة) بشـكل عمـوديّ نحـو المركـز (شـكل 11).



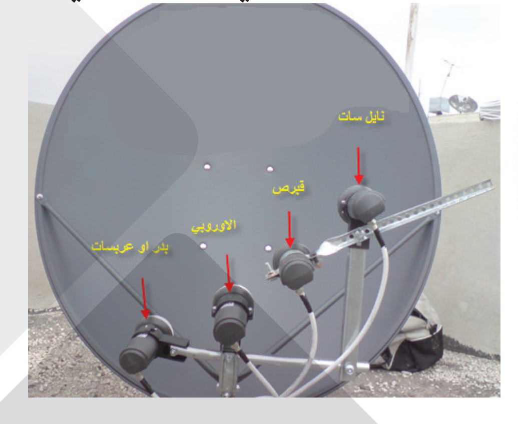
شكل (11): تركيب اللاقط وتوجيهه باتجاه مركز الصحن

7. تعريـة أحـد طرفـي الكابـل المحـوري (RG6) وتوصيلـه باللاقـط، أمّـا الطـرف الثانـي للكابـل فتتـم تعريتـه وتوصيله إلى جهاز ضبط الإشارة؛ من أجل معايرة وضعية الصحن واللاقط للحصول على أقوى إشارة (شكل 12).



شكل (12): معايرة الهوائي الصحني واللاقط باستخدام جهاز ضبط الإشارة

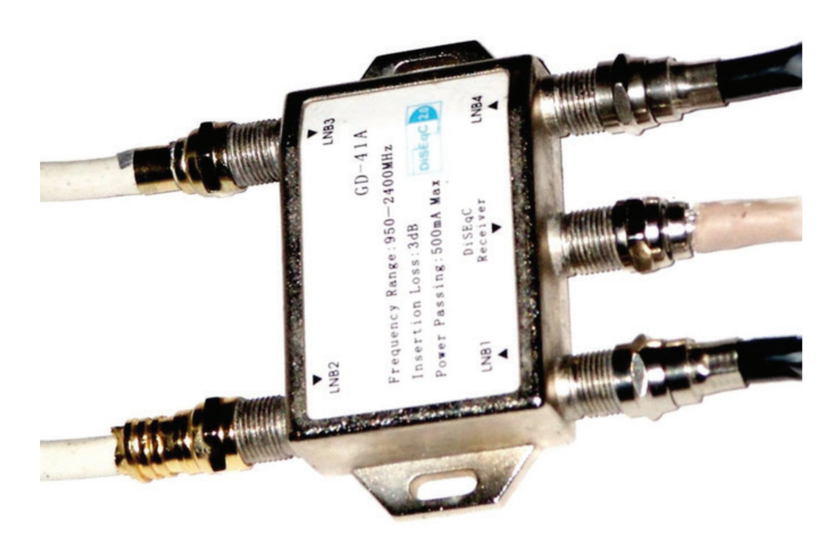
8. تثبيت اللاقط بشكل جيِّد، وتثبيت الصحن على قاعدته، وشد البراغي بشكل نهائي (شكل 13).





شكل (13): توصيل اللاقط/ اللواقط باستخدام الكابل المحوري

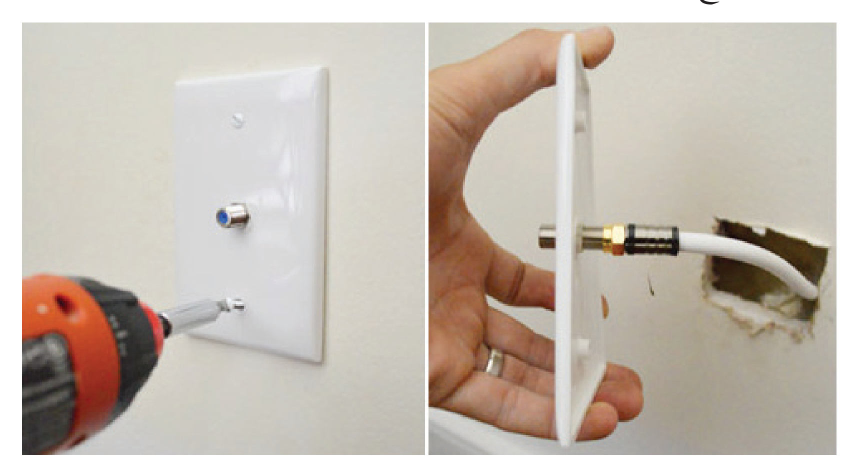
9. توصيـل الطـرف الثانـي للكابـل مـع أحـد مداخـل الدايسـك (شـكل 14) إن لـزم، أو مـع علبـة قابـس الإشـارة (شـكل 15)، أو تركيـب وصلـة محوريـة مذكـرة عليـه مـن أجـل توصيلـه مباشـرةً مـع الرسـيفر.
ويلاحظ هنا أهمِّيَّة عدم ترك نهايات الكوابل عند الوصلات معراة ومعرضة للعوامل الخارجيّة.



شكل (14): دايسك DiSEqC ذو 4 مداخل

10. توصيل مقبس الإشارة (الإبريز) باللاقط:

يتـم وصـل مقبـس الإشـارة (الإبريـز) مـع اللاقـط بوسـاطة الكابـل المحـوري (شـكل 15)، ويتـم ذلـك إمّـا مباشـرةً مـع اللاقـط أو مـن خـلال مخـرج الدايسـك.

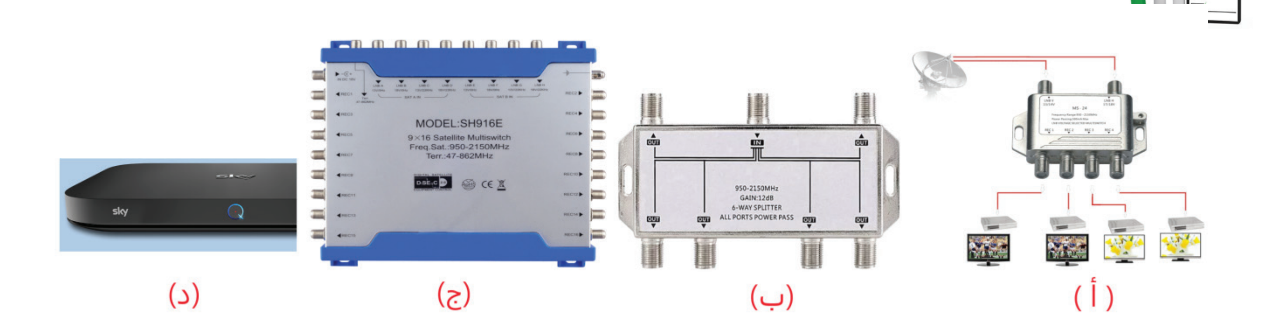


شكل (15): توصيل مقبس الإشارة بالهوائي الصحني (من اللاقط أو الدايسك) باستخدام الكابل المحوري



نشاط (1) ابحث على شبكة الإنترنت عن تطبيقات لجوالك تساعدك في تحديد زاوية تركيب الهوائيّ الصحنيّ في أية منطقة قد تكون فيها، وتساعدك في معرفة الأقمار وضبط الإشارة أثناء التركيب.

نشاط (2) يبين شكل (16) حالة عمليَّة غالباً ما تواجه الفنّي عند تركيب صحن استقبال القنوات الفضائيَّة.



1- ما المشكلة العمليَّة التي يشير إليها الشكل (16-أ)؟

2- ما الحلول التي تعرضها النقاط الأربع (أ، ب، ج، د)؟

3- وفّق بين أجهزة (الموزّعات والمجمّعات المفتاحيَّة) المعروضة وأسمائها من القائمة التالية:

- 6-Way Satellite Antenna Signal Distributor.
- 9x16 Satellite Multi-switch DisEqC.
- 2x4 MS DisEqc.
- Wireless TV Signal Distributor Box.

4- قم بزيارة لبعض المواقع التي تتوفَّر فيها مثل هذه الأنظمة، وتفحَّص عملها وطرق تركيبها. اكتب تقريراً يتضمَّن ملاحظاتك والنتائج التي توصَّلت إليها.

7-7 الموقف التعليميّ التعلميّ السابع:

برمجة جهاز استقبال القنوات الفضائيّة (Satellite Receiver)



وصف الموقف التعليميّ التعلميّ: اتصل أحد الزبائن بالورشة الّتي تعمل فيها لتركيب الهوائيّات الصحنيّة وملحقاتها وصيانتها، يريد برمجة جهاز استقبال القنوات الفضائيّة (Receiver) الّذي اشتراه حديثاً.

خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية	الموارد حسب الموقف الصفي
العمـــــل الكامــــل			
أجمع البيانات، وأحلّلها	• جمع البيانات من الزبون عن: • نوع الرسيفر الجديد (لتحديد منافذه). • نوع التلفاز المتوفر (لتحديد منافذه). • هل تتوفر وصلات ملائمة؟ • القنوات المرغوبة والمرفوضة. • جمع البيانات عن: • توصيل إشارة الهوائي الصحني إلى الرسيفر. • توصيل الرسيفر بشاشة العرض. • برمجة الرسيفر. • جمع البيانات عن تحويلات الكيبلات المتوفرة في السوق إن لزم.	• العمل في مجموعات. • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: الطلب الخطي للزبون، المواصفات الفنية وأدلة استخدام الرسيفر والشاشة. • التكنولوجيا: شبكة الإنترنت.
أخطّط، وأقرّر	• تصنيف البيانات (أنواع المنافذ، أنواع الوصلات والتحويلات، حالات توصيل الإشارة من اللاقط للرسيفر، البرمجة والإعدادات). • تحديد خطوات العمل بالترتيب: • الاختيار من بين المنافذ والوصلات المتوفرة. • تحديد الإعدادات والتعديلات اللازمة. • تحديد الأقمار والقنوات المتاحة والمطلوبة. • تحديد تفاصيل عملية البرمجة والإعدادات المطلوبة والترددات اللازمة والقيم الأخرى.	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات.	• الوثائق: أدلة الشركات الصانعة لجهاز الرسيفر وشاشة العرض، قوائم ترددات القنوات الفضائية على الأقمار المطلوبة، البيانات التي تم جمعها. • التكنولوجيا: شبكة الإنترنت.

أنفـّـذ	• تجهيز الوصلة من المقبس إلى الرسيفر. • توصيل الأجهزة باستخدام الوصلات المناسبة. • توصيل القدرة الكهربائية وتشغيل الرسيفر. • تشغيل التلفاز والتبديل إلى وضعية قناة الرسيفر (مثلاً: HDMI2). • تعديل إعدادات الرسيفر (المتعلقة باللغة والوقت والرقم السري وضبط المصنع...) إن لزم. • في بعض الأنواع تتم برمجة الرسيفر تلقائيًّا عند تشغيله أوّل مرة، عندها انتظر حتى ينتهي ثم تابع الخطوات. • اختيار القمر الصناعي ثم اختيار تردد LNB (ومقداره 10750 لأغلب الأقمار الصناعية). • البحث التلقائي واليدوي عن الأقمار والقنوات والباقات الترددية. • استخدام الأزرار الملونة على (الريموت) لإدارة القنوات وتنظيمها (النقل، الحذف، الإغلاق، المفضلة، إعادة التسمية).	• الحوار والمناقشة. • العمل الجماعي والعلمي.	• أجهزة ومعدات ومواد: الكوابل والوصلات المناسبة، النهايات الطرفية، تحويلات النهايات الطرفية إن لزمت، جهاز الرسيفر، جهاز التلفاز أو الشاشة/ الشاشة الذكية، ريموت كل من الجهازين، مقبس الإشارة، صندوق العدد اليدوية. • التكنولوجيا: شبكة الإنترنت.
أتحقـّق	• التحقق من ملاءمة التوصيلات ومنافذها. • التحقق إعدادات جهاز الاستقبال. • التحقق من القنوات والبرمجة المطلوبة. • تقييم إجراءات السلامة والسلوك المهني.	• البحث العلمي.	• الوثائق: المواصفات الفنية وأدلة التشغيل. • أجهزة ومعدات: جهاز الرسيفر والشاشة. • التكنولوجيا: الإنترنت.
أوثـّق، وأقدّم	• توثيق أنواع المنافذ والوصلات والتحويلات. • توثيق الإعدادات وخطوات البرمجة. • عرض ما تم إنجازه. • إعداد ملف بالحالة (برمجة جهاز استقبال القنوات الفضائية (الرسيفر)).	• النقاش في مجموعات. • التعلم التعاوني.	• التكنولوجيا: حاسوب، أجهزة عرض. • قرطاسية، منصة عرض.
أقوّم	• رضى الزبون وموافقته على عمليتي التوصيل والبرمجة. • مطابقة التعليمات والمواصفات والمعايير. • تقييم إجراءات السلامة والسلوك المهني.	• الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: المواصفات الفنية ودليل المستخدم للرسيفر والشاشة. • التكنولوجيا: الإنترنت.



الأسئلة:

1. علل: الكابل المحوري المستخدم في نقل الإشارات التلفزيونية من هوائيّ ياغي قد لا يكون خياراً مناسباً لنقل الإشارة من الهوائيّ الصحنيّ، وخاصّة عندما تزداد المسافة بالأمتار.
2. ما مصادر إشارة الفيديو الَّتي يمكن عرضها على الشاشات الحديثة؟
3. متى تحتاج إلى استخدام البحث اليدوي عن القنوات الفضائيّة؟

أتعلَّم:

برمجة جهاز استقبال القنوات الفضائيّة (Programming of the Satellite Receiver)

نشاط يُبيِّن الشكل (1) عمليّة البحث اليدوي والتثبيت لقناة تلفزيون فلسطين الفضائيّة. اختر قناة من القنوات الفضائيّة الأخرى المفضلة لديك، وقم بتسجيل المعلومات الخاصّة بها والمناظرة لتلك المبينة في الشكل.



شكل (1): قائمة بيانات البحث اليدوي لقناة تلفزيون فلسطين الفضائية

مكوِّنات الوحدة الداخليّة لمحطة استقبال القنوات الفضائيّة:

تتكوّن الوحدة الداخليّة لمحطة استقبال القنوات الفضائيّة (المنزلية) من الأجزاء الآتية:

1. جهاز استقبال القنوات الفضائيّة (الرسيفر):

يمكن إيجاز الوظائف التي يؤديها جهاز الاستقبال (الرسيفر) فيما يلي:

- استقبال الإشارة القادمة من اللاقط عبر الكيبل المحوري ومعالجتها، حيث تمر في عدة عمليات كالتكبير والترشيح والمزج.
- كشف إشارة المعلومات المستقبلة وإرسالها إلى جهاز التلفاز.
- يحتوي جهاز (الرسيفر) على ذاكرة لحفظ البرمجيات التي تمكن المستخدم من التحكم باستقبال القنوات والأقمار، بالإضافة إلى ضبط الصورة والصوت، وتخزين القنوات التي يتم حفظها، والعديد من المزايا الأخرى.

2. جهاز التلفاز (شاشة عرض الفيديو):

يستقبل التلفاز إشارات خرج الرسيفر من خلال الوصلة الَّتي تربط بين منافذ الجهازين، ويقوم بعرض إشارة الصورة على الشاشة والإشارة الصوتية على السمّاعة. وقد انتشرت حديثاً تقنية التلفاز الذكي (Smart TV)، وهي تقنية تتيح مشاهدة التلفاز وتصفح الإنترنت والقنوات وتحميل التطبيقات في آن واحد، فهو يحتوي على منفذ للشبكة بالإضافة إلى دارات لدعم تقنية (Wi-Fi) تكون مركبةً فيه (Built-in). وهنا يجب عدم الخلط بين "أجهزة التلفاز الذكية" وتقنية "التلفزيون عبر الإنترنت". ونذكر أيضاً أنَّ النسخ المطوَّرة من التلفاز الذكي تدعم تعدد المهام، وتستطيع الاستجابة للأوامر الصوتية، والتحكم بالتلفاز بواسطة حركات اليد.

3. مقبس الإشارة:

مقبس الإشارة هو علبة الإبريز المثبتة في الجدار، التي تنتهي إليها تمديدات الكابل المحوري من الوحدة الخارجيّة.

4. كابلات توصيل الإشارة:

وهي جميعها كابلات محورية، ولكن تختلف باختلاف نهاياتها الطرفية لملاءمة منافذ الأجهزة المستخدمة.

توصيل جهاز الرسيفر باللاقط:

يتم وصل المنفذ المخصص في الرسيفر بوساطة الكابل المحوري، ويتم ذلك إمّا مباشرةً أو من خلال مقبس الإشارة إلى اللاقط مباشرةً، أو من خلال مخرج الدايسك في الوحدة الخارجيّة.

قد يصل عدد القنوات الَّتي يستقبلها الرسيفر إلى 5000 قناة، كما تتميز بعض أجهزة الاستقبال بميزة تسجيل البرامج المفضلة لديك، ونقلها وحفظها على ذاكرة (USB)، أو بميزة المؤقّت الَّتي تقوم بتسجيل أيّ قناة تريدها في أيّ وقت تريد.

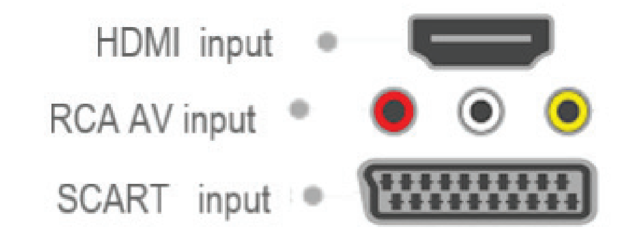
توصيل جهاز الرسيفر بالتلفاز (الشاشة):

يتم توصيل جهاز استقبال القنوات الفضائيّة (الرسيفر) بشاشة العرض التلفزيوني (جهاز التلفاز) بعدة طرق، تعتمد على نوعية المخارج والمداخل المتوفرة في كلا الجهازين، انظر (شكل 2):

1. من مخرج (RF) في الرسيفر إلى مدخل (RF) في التلفاز. وفي هذه الحالة يتم التعامل مع الرسيفر على أنه إحدى محطات جهاز التلفاز (غالباً المحطة رقم صفر على ريموت التلفاز).

2. من مخرج (Audio/Video) في الرسيفر إلى مدخل (Audio/Video) في التلفاز. وفي هذه الحالة يستخدم مفتاح التبديل (TV/AV) للتبديل بين القنوات الفضائيّة والقنوات التلفزيونية. وتجدر الإشارة أن هذا المفتاح لم يعد موجوداً في كثير من أجهزة الريموت الحديثة، حيث يوجد المفتاح (Source) الَّذي يستخدم لاختيار مصدر إشارة الفيديو من بين المصادر المتعددة الَّتي قد تكون متصلة بجهاز التلفاز.

3. من مخرج (HDMI) في الرسيفر إلى أحد مداخل (HDMI) في التلفاز، وقد أصبح هذا هو المخرج الافتراضي في الأجهزة الحديثة. وفي هذه الحالة يتم تحديد المدخل المطلوب من خلال قائمة المداخل في إعدادات التلفاز بعد تشغيله، أو باستخدام المفتاح (STB) على ريموت التلفاز.



شكل (2): عدد من المنافذ (SCART, RCA AV, HDMI) المستخدمة في أجهزة التلفاز والرسيفر

ويظهر الشكل (3) المنافذ المختلفة لأحد أجهزة الاستقبال (الرسيفر).



شكل (3): جهاز استقبال القنوات الفضائيَّة (رسيفر) يبيّن منافذه المختلفة

ويلاحظ مؤخراً انتشار أجهزة الرسيفر المصغَّرة (شكل 4) والمشهور باسم (الرسيفر المخفي). كما أن هناك توجهاً في الأجهزة الحديثة لجعل الرسيفر جزءاً من دارات جهاز التلفاز الداخليّة، دون الحاجة لجهاز رسيفر مستقل.



شكل (4): جهاز استقبال صغير (مخفي) للقنوات الفضائية، مع توضيح منافذه المختلفة.

ويظهر الشكل (5) منافذ أحد أجهزة التلفاز الحديثة (Smart TV)، وفيه 4 مداخل HDMI.



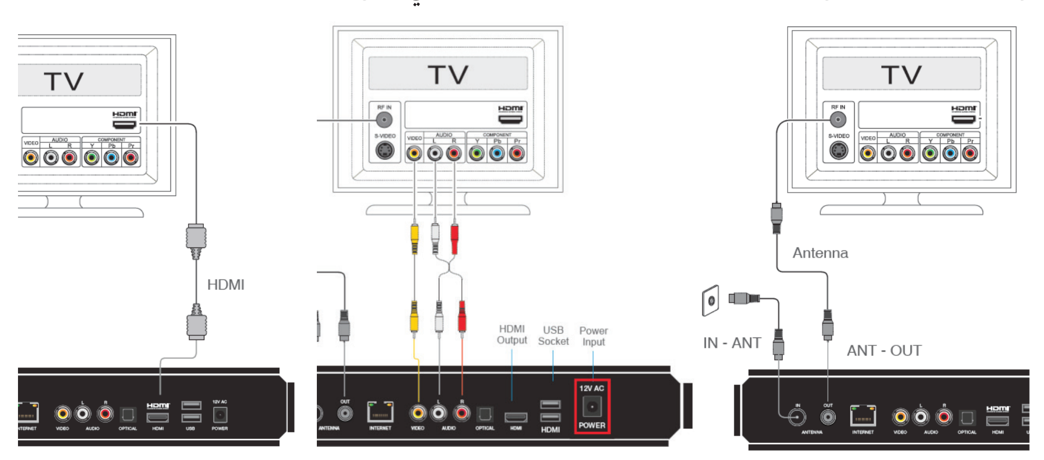
شكل (5): جهاز تلفاز ذكي (Smart TV) يحتوي 4 مداخل HDMI

ويظهر الشكل (6) أنواعاً متعددة من النهايات الطرفية للكوابل المستخدمة في التوصيلات التلفزيونية:



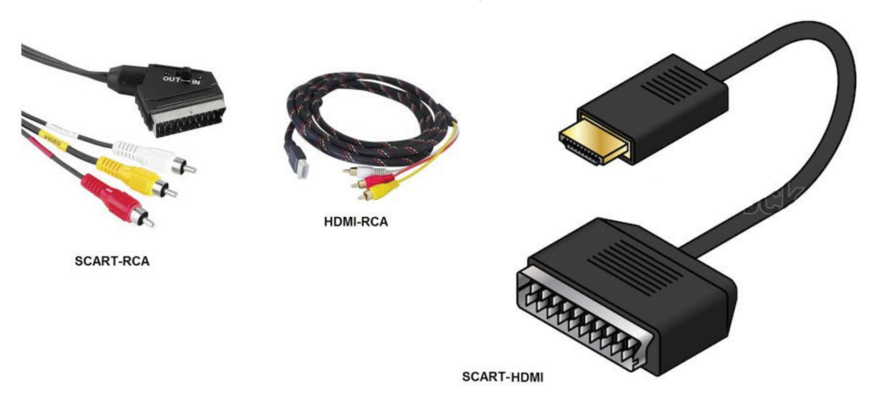
شكل (6): وصلات للمنافذ المختلفة لأجهزة الرسيفر وشاشات العرض

ويُبيِّن شكل (7) طرق توصيل مختلفة حسب المنافذ المتوفرة في كل من الرسيفر وجهاز التلفاز.



شكل (7): طرق توصيل مختلفة.

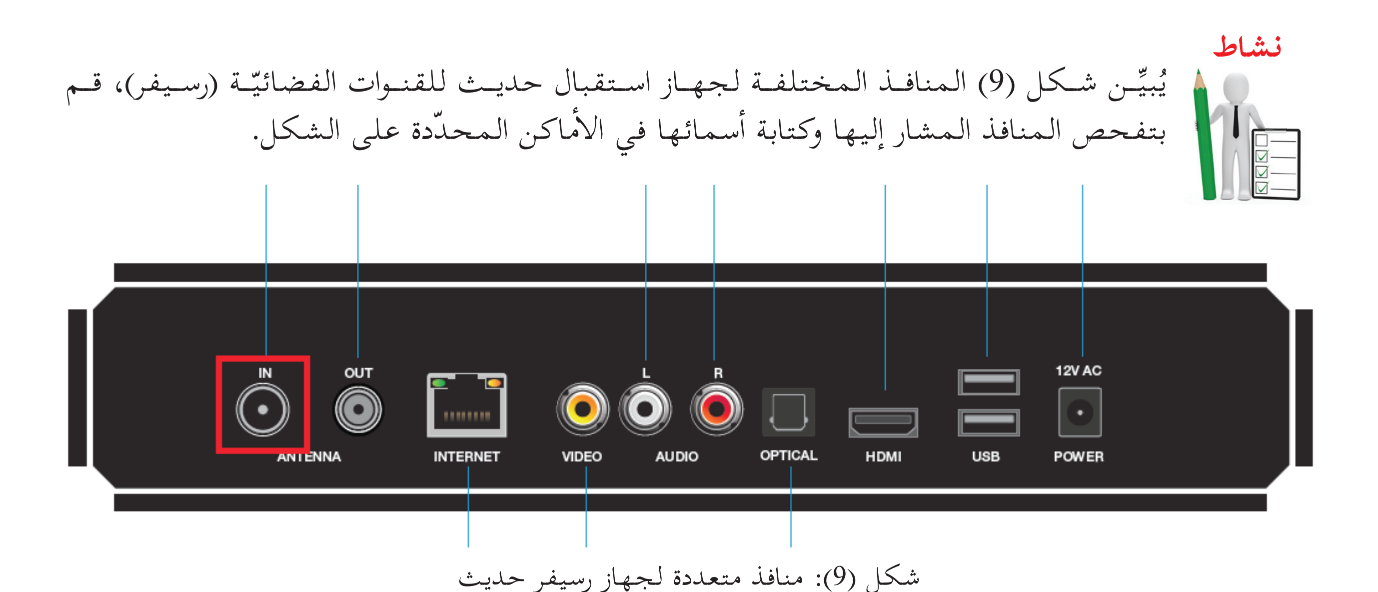
كما يُبيِّن الشكل (8) عدداً من التحويلات بين أنواع المنافذ المختلفة.



شكل (8): تحويلات مختلفة تستخدم في توصيل مخرج الرسيفر بالمدخل المناسب في جهاز التلفاز

نشاط

يُبيِّـن شـكل (9) المنافـذ المختلفـة لجهـاز اسـتقبال حديـث للقنـوات الفضائيّـة (رسـيفر)، قـم بتفحص المنافذ المشار إليها وكتابة أسمائها في الأماكن المحدّدة على الشكل.



شكل (9): منافذ متعددة لجهاز رسيفر حديث

ضبط إعدادات جهاز الاستقبال الفضائيّ (الرسيفر) وبرمجته: **(خاص بالتطبيق العملي)**

تختلف واجهة العمل والقوائم من جهاز رسيفر لآخر، ولكن معظم الأوامر والإعدادات والعمليات تبقى متشابهة. فعندما نضغط على زر القائمة الرئيسة (Main Menu) في الريموت كنترول تظهر لنا قوائم في كل منها مجموعة من الأوامر الفرعية، بحيث يمكن اختيار الأمر والضغط على زر OK، والقوائم هي:

1. قائمة التركيب (Installation).
2. قائمة تنظيم الخدمة (Service Organizing).
3. قائمة ضبط النظام (Settings).
4. قائمة حالة الجهاز (Status).

ومن خلال الأوامر الفرعية في هذه القوائم يمكننا برمجة الرسيفر. وفيما يأتي أهمّ الأوامر والوظائف الّتي يمكن تنفيذها في عمليّة البرمجة، وهي تقسم إلى ثلاثة مجالات:

أوّلاً- ضبط الإعدادات:

- ضبط إعدادات الهوائيّ (Antenna Settings): تهيئة الرسيفر لاستقبال قنوات القمر الّذي يتم اختياره.
- تحرير قائمة المرسل والمستقبل (Edit Transponder List): تعديل بيانات أيّ تردّد موجود، أو إضافة تردّد جديد في أيّ قمر يتم اختياره.
- ضبط اللغة (Language Setting): اختيار لغة القوائم الرئيسة بما يناسب المستخدم.
- ضبط خرج RF: لضبط نظام الصوت والصورة بالتوافق مع النظام المستخدم في جهاز التلفزيون ومعظم الأجهزة تأتي جاهزة دون حاجة إلى ضبط.
- ضبط ساعة الرسيفر والتاريخ ولون الخلفية.
- القفل الأبوي (Parental Control): عند اختيار هذا الأمر والضغط على زر ok تظهر لنا شاشة إدخال الرقم السري، ثمَّ تظهر شاشة أخرى يمكن من خلالها تعديل الرقم السري للرسيفر.

- التعرف على موديل الجهاز ونسخة الهاردوير والسوفت وير.
- ضبط المصنع (Reset Factory): مسح القنوات والأقمار الَّتي تمَّ برمجتها على الرسيفر، وإعادته إلى حالة المصنع (ولا يستخدم إلا في حالة الضرورة عند وجود مشكلة في الرسيفر).
- نقل المعلومات (Transfer Data): ويقصد به نقل البرمجيات (السوفت وير) وبيانات القنوات من هذا الرسيفر إلى رسيفر آخر مشابه له أو العكس، أو توصيله مع الحاسوب حتّى يتمّ نسخ ملف (السوفت وير) وحفظه داخل الكومبيوتر أو لتحديث النظام من خلال موقع الشركة على شبكة الإنترنت.

ثانياً- البحث عن القنوات والباقات التردّدية:

- البحث الآلي (Automatic Search): البحث عن قنوات القمر الَّذي تمَّ اختياره أوتوماتيكياً من خلال الترددّات المخزنة في ذاكرة الجهاز دون أن نقوم بإدخال هذه الترددّات أو تعديلها.
- البحث اليدوي (Manual Search): إضافة قناة أو قنوات جديدة من خلال البحث اليدوي عن قناة أو باقة تردّدية، وذلك بتعديل بيانات أيّ تردّد موجود، أو إدخال تردّدات جديدة لم تكن موجودة في ذاكرة تخزين الجهاز. نذهب إلى قائمة التردّدات، ونختار التردّد المطلوب البحث في قنواته، ثمَّ نضغط على زر OK، أمّا في حالة عدم وجود التردّد المطلوب فيمكننا إضافته من خلال قائمة التردّدات، ثمَّ نختار القطبية (أفقيّ أو رأسي) ونقوم بإدخال معدّل الترميز، ثمَّ نسبة الكود ومعامل تصحيح الخطأ المناسب، ثمَّ نضغط على زر OK. وبعد ذلك نلاحظ ارتفاع مؤشر جودة الإشارة، وهذا يعني أن البيانات الَّتي قمنا بإدخالها صحيحة.

ثالثاً- إدارة القنوات (التلفازية والإذاعيّة):

- تنظيم قوائم القنوات المفضلة وإضافة قناة إليها أو إزالتها منها.
- نقل قناة من مكان إلى آخر.
- قفل قناة بكلمة المرور.
- إعادة تسمية إحدى القنوات.
- حذف إحدى القنوات نهائياً.
- حذف قمر صناعيّ (Remove Satellite).
- تصنيف القنوات (Sort Channels): ترتيب القنوات حسب أسمائها أو تردّداتها.

- ويُبيِّن شكل (10) وظائف الأزرار المختلفة في ريموت أحد أجهزة التلفاز الحديثة. [الشكل للاطلاع فقط]



شكل (10): وظائف المفاتيح المختلفة في ريموت جهاز تلفاز حديث

ويُبيِّن شكل (11) وظائف الأزرار المختلفة في ريموت أحد أجهزة الاستقبال (الرسيفر) الحديثة. [الشكل للاطلاع فقط]



شكل (11): وظائف المفاتيح المختلفة في ريموت جهاز رسيفر حديث

أســـئلة الوحـدة

السؤال الأول: ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:

1. ما نطاق تردّدات الأمواج الكهرومغناطيسيّة الراديويّة (RF)؟

أ. 10 Hz – 1000 KHz　　ب. 10 KHz – 1000 MHz

ج. 10 KHz – 1000 KHz　　د. 10 KHz – 1000 GHz

2. ما الاتجاه الَّذي يشير إليه استقطاب الموجة الكهرومغناطيسيّة؟

أ. اتجاه المركبة الكهربائيّة.　　ب. اتجاه المركبة المغناطيسيّة.

ج. اتجاه الانتشار الموجة.　　د. اتجاه محطة الإرسال.

3. ماذا تسمّى قدرة الهوائيّ على تركيز الطاقة المنبعثة منه في اتجاه محدّد؟

أ. مخطّط الإشعاع.　　ب. كفاءة الهوائيّ.　　ج. الكسب.　　د. الاتّجاهيّة.

4. ما طول هوائيّ أحاديّ القطبية القصير بالنسبة لطول الموجة الَّتي يستقبلها؟

أ. $\lambda/2$　　ب. $\lambda/4$　　ج. أقلّ من $\lambda/10$　　د. $\lambda'/4$

5. ما سبب استخدام الهوائيّات الحلقيّة في الاستقبال وليس في إرسال الموجات؟

أ. لأنّ اتجاهيتها محدودة.　　ب. لأنّ قدرتها الإشعاعية قليلة.

ج. لأنّ نطاقها التردّدي صغير.　　د. لأنّ محيطها كبير $C \approx \lambda$

6. بماذا يتميز هوائيّ كاسجرين على الهوائيّ الصحنيّ العاديّ والذي له نفس القطر؟

أ. يعطي حزمة أشعة أضيق.　　ب. له نطاق تردّدي أكبر.

ج. يعطي حزمة أشعة أوسع.　　د. له نطاق تردّدي أصغر.

7. أي الآتية تُعَدّ من ميزات الهوائيّات الذكية؟

أ. نمط إشعاع ثابت.　　ب. نمط إشعاع غير ثابت.

ج. قدرة تشغيل عالية.　　د. تغير معدّل نقل البيانات عند الحركة.

8. ما وظيفة العاكس في هوائيّ ياغي-أودا؟

أ. زيادة اتّجاهيّة الهوائيّ.　　ب. عكس قطبية الإشارة.

ج. التقاط الإشارة المرغوبة.　　د. زيادة الكسب الأمامي وتقليل العكسي.

9. ما الوظيفة الرئيسة للاقط (LNB)؟

أ. التقاط الإشارة وخفض تردّدها.　　ب. التقاط الإشارة المرغوبة دون غيرها.

ج. تركيز الأشعة في البؤرة.　　د. المحافظة على تردّد الإرسال.

10. ما المنفذ التلقائي في شاشات التلفاز الحديثة؟

أ. A/V　　ب. RFIN　　ج. HDMI　　د. USB

السؤال الثاني:

ما مبدأ عمل الهوائيّ البوقي، مع توضيح نوع المغذّي المستخدم في الحالات المختلفة، وطريقة توصيله مع الهوائيّ البوقي؟

السؤال الثالث:

قم بتصميم هوائيّ ياغي-أودا مكون من ثلاثة عناصر، ومخصص لاستقبال الباقة التردّدية 506 MHz إلى 512 MHz، مع توضيح التصميم من خلال الرسم.

السؤال الرابع:

بيِّن كيف يمكنك تعديل البرامج الموجودة داخل جهاز الرسيفر باستخدام جهاز رسيفر آخر، أو تحديث برامج الرسيفر من خلال موقع الشركة المنتجة على شبكة الإنترنت.

المشروع:

عمل برمجية بسيطة لتصميم هوائيّ ياغي-أودا بحيث تحقق الآتي:

1. **المدخلة الأولى:** يتم إدخال تردّد القناة أو الباقة التردّدية المطلوبة.
2. **المدخلة الثانية:** يتم إدخال عدد عناصر الهوائيّ المطلوبة.
3. **المخرجات:** تظهر قائمة بالعناصر وأطوالها والمسافات الفاصلة بينها.
4. يفضل أن يقوم البرنامج بعرض رسم توضيحي مع توقيع الأبعاد عليه.



صيانة جهاز الهاتف وتوصيلاته



هل ما زال الهاتف الأرضي يحتفظ بخصوصيّته أمام الثورة التكنولوجية؟

الوحدة الثامنة: صيانة جهاز الهاتف وتوصيلاته

يتوقع من الطلبة بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة، والتفاعل مع أنشطتها، أن يكونوا قادرين على توظيف المعارف والمهارات المختلفة في صيانة جهاز الهاتف وتوصيلاته في حياتنا اليومية، من خلال تحقيق الأهداف الآتية:

1. إجراء الصيانة الوقائيّة وخدمة جهاز الهاتف.
2. فحص دارة القدرة وإصلاح أعطالها.
3. فحص دارة التنبيه وإصلاح أعطالها.
4. فحص دارة الكلام وإصلاح أعطالها.
5. استخدام جهاز هاتف مع ذاكرة.
6. استخدام جهاز الهاتف اللا سلكيّ وصيانته.
7. عمل توصيلات جهاز الهاتف.

الكفايات المهنيّة:

الكفايات المتوقع من الطلبة امتلاكها بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة، والتفاعل مع أنشطتها:

أوّلاً- الكفايات الحرفية

- توظيف البيانات وتحليلها حول كيفيّة عمل توصيلات جهاز الهاتف وصيانته.
- القدرة على إجراء الصيانة الوقائيّة وخدمة جهاز الهاتف.
- القدرة على فحص دارة القدرة وإصلاح أعطالها.
- القدرة على فحص دارة التنبيه وإصلاح أعطالها.
- القدرة على فحص دارة الكلام وإصلاح أعطالها.
- القدرة على استخدام جهاز هاتف مع ذاكرة.
- القدرة على استخدام جهاز الهاتف اللا سلكيّ وصيانته.
- القدرة على عمل توصيلات جهاز الهاتف.

ثانياً- الكفايات الاجتماعية والشخصيّة

- مصداقيّة التعامل مع الزبون.
- حفظ خصوصيّة الزبون.
- القدرة على إقناع الزبون واستيعاب رأيه.
- الاستعانة بذوي الخبرة والاختصاص عند الحاجة لذلك.
- العمل ضمن فريق ومساعدة الآخرين.
- التواصل الحسن وتبادل الخبرات مع الآخرين.
- الالتزام بالمواعيد وأخلاقيّات المهنة.
- كتابة التقارير إلى المسؤول عن العمل.
- المبادرة إلى الاستفسار والاستكشاف والقدرة على الوصول للمعلومة.
- القدرة على تطوير الذات ومتابعة الأمور الفنّيّة المستجدّة وتطوير المهارات.

ثالثاً- الكفايات المنهجيّة

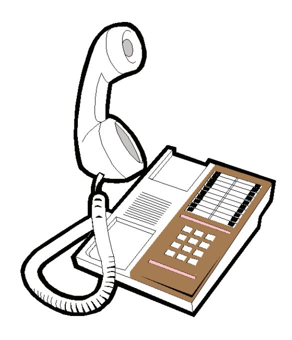
- التعلّم التعاونيّ. (مجموعات العمل).
- الحوار والمناقشة.
- العصف الذهنيّ (استمطار الأفكار).
- البحث العلميّ.



قواعد الأمن والسلامة المهنيّة



- ارتداء ملابس السلامة المهنيّة المناسبة للعمل (خوذة، وكفوف يدويّة، وحذاء عازل).
- استخدام العِدَد والأدوات والتجهيزات المطابقة لقواعد الأمن والسلامة.
- تجنّب معالجة أيّ أعطال أثناء هبوب عاصفة وظهور البرق.
- لا تستخدم أياً من هواتفك إذا فقدت الحرارة خلال عاصفة، إذ يمكن أن تكون صاعقة البرق أثناء إمساكك بالهاتف قاتلة.
- استخدام الأجهزة والأدوات المختلفة بحذر وانتباه، واتباع تعليمات الشركات الصانعة.
- المحافظة على نظافة مكان العمل وترتيبه قبل التنفيذ وبعد الانتهاء منه.
- الضبط الخاطئ أو عدم اختيار المدى المناسب لجهاز القياس يُعطي نتائج مضلِّلة.
- تجنّب المزاح أثناء العمل، وعدم العبث بالعِدَد والأدوات والتجهيزات المخصصة للعمل في المشغل.
- التقيد بتعليمات المدرّب وإرشاداته لتجنّب الحوادث.
- الحذر في نقل الأدوات والعِدَد أو مناولتها لزملائك، وناولها يداً بيد.
- تجنّب المزاح في المشغل أو الورشة وأثناء التدريب؛ حتى تحمي نفسك وزملاءك من الخطر.
- عند الانتهاء من العمل الحرص على تنظيم وترتيب العِدَد والأدوات بشكل منظم ومرتب وفي أماكنها الخاصّة.



1-8 الموقف التعليميّ التعلميّ الأول:

إجراء الصيانة الوقائيّة وخدمة جهاز الهاتف

وصف الموقف التعليميّ التعلميّ: جاء أحد الزبائن إلى ورشة صيانة هواتف أرضيّة، وطلب عمل صيانة لهاتفه الأرضيّ بعد ملاحظته تراكم بعض الأوساخ والأتربة حول كبسات لوحة طلب الأرقام.

العمل الكامل			
خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية	الموارد حسب الموقف الصفي
أجمع البيانات وأحللها	• أجمع بيانات من الزبون عن: • الفترة الزمنية لاستخدام جهاز الهاتف. • هل يتم تنظيف الهاتف بشكل مستمر؟ • عند الضغط على بعض الأرقام،هل تكون ثقيلة ولا يستجيب الجهاز لأوامر طلب الأرقام؟ • توقيت بداية العطل. • أجمع بيانات عن: • مكونات جهاز الهاتف. • كيفية إجراء صيانة وقائية للجهاز.	• العمل في مجموعات. • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: (كتالوج جهاز الهاتف ومواصفاته الفنية). • التكنولوجيا: (مواقع إلكترونية تعليمية وفيديوهات تتعلق بفك وتركيب جهاز الهاتف، أجزاء جهاز الهاتف، كيفية إجراء صيانة وقائية لأجهزة الهاتف، الشبكة الإلكترونية (الإنترنت)).
أخطط وأقرر	• أصنف البيانات (مكونات جهاز الهاتف وفكها وإعادة تركيبها). • أحدد خطوات العمل: • العدد والأدوات والوثائق التي تلزم في التنفيذ. • فك وتركيب جهاز الهاتف بالطريقة الصحيحة. • تصنيف مكونات جهاز الهاتف. • كيفية إجراء صيانة وقائية للجهاز. • مراحل فحص الجهاز وإجراء الصيانة الوقائية بشكل مستمر. • إعداد جدول وقت التنفيذ. • عرض القرارات على المدرب.	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات.	• الوثائق: (كتالوج جهاز الهاتف ومواصفاته الفنية).

أنفذ	• ارتداء ملابس العمل. • الالتزام بقواعد الأمن والسلامة المهنية. • استخدام العدد والأدوات المناسبة لعملية الفك والتركيب والصيانة. • البدء بعملية الصيانة الوقائية لتسليمه وفق الجدول الزمني. • رفع يد الهاتف Handset وإزالة سلك يد الهاتف Handset Cord. • فك قاعدة الهاتف. • فك غطاء البطاريات إن وجد. • فك الغطاء الخلفي باستخدام المفك المناسب. • تحديد سلك يد الهاتف وفكه. • فك اللوحة الرئيسية لجهاز الهاتف باستخدام المفك المناسب. • فك لوحة الملامسات النحاسية لوحدة الترقيم باستخدام المفك المناسب. • إزالة القاعدة المطاطية وغسلها بالماء وتنشيفها. • تنظيف كبسات لوحة الترقيم بالمنفاخ من الغبار والأتربة. • تنظيف بقية أجزاء الهاتف بالمنفاخ. • إرجاع القاعدة المطاطية مكانها. • تبيث لوحة الملامسات النحاسية لوحدة الترقيم. • تركيب سلك يد الهاتف مكانه. • كبس الغطاء بالشكل الصحيح. • تثبيت براغي الغطاء الخلفي. • تثبيت غطاء البطاريات وقاعدة الهاتف. • فك يد الهاتف. • تمييز الميكروفون والسماعة. • تحديد أسلاك الميكروفون والسماعة. • وضع يد الهاتف وتركيب سلك يد الهاتف. • الضغط على كبسات جهاز الهاتف وفحص ثقلها عند الضغط عليها.	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات. • العصف الذهني.	أجهزة ومعدات: • مفكات بأنواع وأحجام مختلفة (مصلب، عادي). • زرادية. • منفاخ. • مكبس الهاتف. • فرشاة للتنظيف. • أقلام ملونة. • أجهزة هاتف متنوعة. • الوثائق:أدلة الشركة الصانعة للهواتف. • التكنولوجيا: (الشبكة الإلكترونية (الإنترنت)).

أتحقق	• أتأكد من: (فك جهاز الهاتف بالترتيب الصحيح، صيانة جهاز الهاتف بشكل صحيح، تحديد مكونات الهاتف، تركيب جهاز الهاتف بالشكل الصحيح، مشكلة الكبسات عند الضغط عليها). • أتأكد من عمل الجهاز بعد إجراء الصيانة اللازمة وأن الجهاز يعمل بالشكل الصحيح حسب طلب الزبون.	• حوار ومناقشة. • التعلم التعاوني.	• الوثائق: المعلومات الفنية الظاهرة على جهاز الهاتف الأرضي. • أجهزة ومعدات: جهاز الزبون. • التكنولوجيا: (الشبكة الإلكترونية (الإنترنت)).
أوثق وأقدم	• أوثق: (خطوات فك وتركيب جهاز الهاتف، جدول بمكونات جهاز الهاتف، تسجيل الكبسات التالفة والصالحة بعد إجراء الصيانة الدورية للجهاز وفقاً للمواصفات المطلوبة، رسم مكونات جهاز الهاتف، تسجيل نتيجة فحص الكبسات لجهاز الهاتف). • أعرض ما تم إنجازه. • إعداد ملف بالحالة (إجراء الصيانة الوقائية وخدمة جهاز الهاتف).	• النقاش في مجموعات. • التعلم التعاوني.	• التكنولوجيا: (جهاز عرض LCD، جهاز حاسوب، الإنترنت). • قرطاسية، منصة عرض.
أقوم	• رضا الزبون وموافقته على عمل جهاز الهاتف بما ينسجم مع طلبه. • مطابقة جهاز الهاتف للمواصفات، والمعايير.	• حوار ومناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: (مواصفات جهاز الهاتف من الشركة الصانعة، طلب الزبون، نماذج التقويم). • التكنولوجيا: (الشبكة الإلكترونية (الإنترنت)).

الأسئلة:

1. ما الاحتياطات الَّتي يجب اتخاذها عند فك جهاز الهاتف للحفاظ على البراغي والقطع المفكوكة؟
2. اذكر مكوِّنات وحدة الترقيم.
3. قُمْ بتجميع عدد من أجهزة الهاتف الأرضيّة المتوفرة في المشغل، ومن ثمَّ قُمْ بـ:
   1. إجراء صيانة وقائيّة للجهاز.
   2. تحديد مكوِّنات الجهاز.



أتعلَّم:

أساسيّات الهاتـــــــــــــــــف

نشاط (1) الهاتف الثابت أو الأرضي ببساطة هو طريقة الاتّصال السمعي بإستخدام شبكة من الموصلات (الكابل النحاسي، والكابل الضوئي...إلخ) المدفونة تحت الأرض في معظم الأحيان. في الشكل (1) مكوّنات جهاز الهاتف، المطلوب منك تسجيل اسم كل مكون ووظيفته؟

الرقم	الاسم	الوظيفة
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		



شكل (1): تفكيك جهاز الهاتف الأرضي

عندما بدأ علم الاتّصالات في الظهور في أواخر القرن الثامن عشر الميلادي كانت توجد معضلات كثيرة، منها آلية انتقال الصوت لمسافات بعيدة، حتى قدّم إلكسندر جراهام بل اختراعه، الّذي يتكوّن من أداة تحوّل اهتزاز ضغط الهواء إلى إشارة كهربائيّة، والتي يطلق عليها الآن الميكروفون وأيضاً أداة أخرى، الّتي تقوم بعمل عكسي لعمل الميكروفون، حيث إنّها تحوّل الإشارة الكهربائيّة إلى ذبذبات في ضغط الهواء (الصوت) وسميت السمّاعة، ومجموع الأداتين مع إضافة بعض الدوائر الإلكترونيّة الخاصّة تسمّى الهاتف.

وكان لهذا الاختراع الأثر الكبير على بداية علم الاتّصالات السلكيّة بين المناطق والمدن والدول لاحقاً في تطوّر علم الهاتف الّذي ما زال يحمل الأداتين الميكروفون والسمّاعة ولهذا نرى أهمِّيَّة التركيز على فهم نظريات عملهما، والدوائر الإلكترونيّة الخاصّة في عمليّة الاتّصال باستخدام الهاتف عمليّة مهمة جداً. يُعدّ الهاتف واحداً من اختراعات القرن الثامن عشر الميلادي المهمة في التطوّر الاجتماعي الحالي الحديث والقديم، وتقوم وظيفة الهاتف الحقيقية على نقل الكلام بين المتصلين.

النّطاق الترددّي للقناة الهاتفيَّة:

نَعرف من خلال دراستنا لعلم (الصوتيّات Acoustics) في الفيزياء، أن النّطاق الترددّي السّمعي (Audio frequency Band) يمتدُّ من (20 Hz – 20 KHz)، أي أنَّ الأصوات التي تستجيب لها الأذن البشرية ويسمعها الإنسان تقع جميعها ضمن هذا النّطاق.

ونلاحظ من خلال دراستنا لمنحنيات وضوح النُّطق وبداية المقدرة على السَّمع، أنَّ معظم الطّاقة الصوتيَّة للإنسان (Human Voice) تتركَّز في الحيَّز الترددّي من 300 هيرتز وحتى 3400 هيرتز، فهذا المدى الترددّي كافٍ لكي نستطيع فهم الكلام المتلفَّظ به من أيّ متحدّث بسهولة. ومن ناحيةٍ أخرى لا يعتبر هذا المدى الترددّي من النّطاقات الترددّية بالغة الاتّساع، وبالتالي تقلّ تكلفة صناعة المكوّنات الكهربائيَّة والالكترونيَّة المستخدَمة في هذه النُّظم.
وقد تمَّ اعتماد عرض النّطاق الترددّي (BW = 4 KHz) كعرضٍ للقناة في نظم الاتّصالات الهاتفيَّة. ويمكن تلخيص الأسباب التي أدَّت إلى ذلك فيما يلي:

1- وضوح النُّطق للإنسان (سواءً لأصحاب الحناجر ذات الترددُّ المنخفض أو الترددُّ العالي) يبدو بصورة جيّدة خلال النطاق (من 300 Hz إلى 3400 Hz).

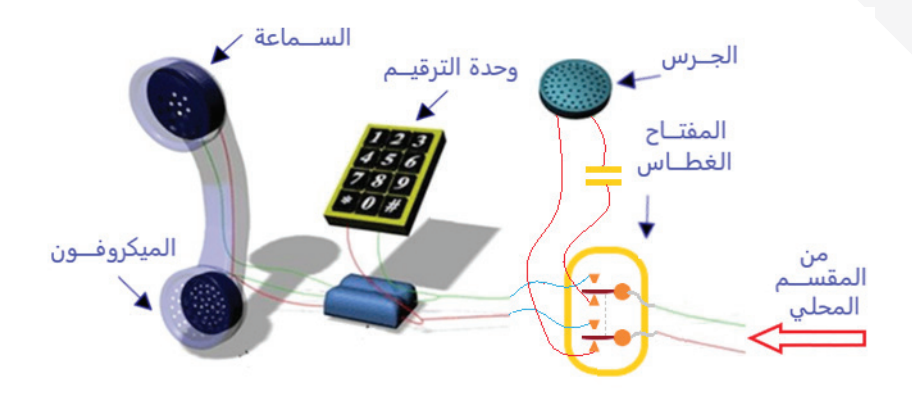
2- تمتُّع أُذُن الإنسان بأقصى درجة من الحساسيَّة للسَّمع يقع في هذا النّطاق تقريباً.

3- توافر الإمكانيَّات والتقنيَّات المستخدمة في هذا النَّطاق بسهولة.

4- وعلى أساس النقاط السَّابقة فقد تم اختيار عرض النطاق الترددّي (BW = 4000 Hz)، بعد إضافة نطاق الحماية من التَّداخل (900 Hz) إلى النّطاق الصَّوتي (3400 - 300 = 3100 Hz)، واعتماده على أساس أنَّه المدى العمليُّ والاقتصاديُّ لنظم الهاتف التجاريَّة.

مكوِّنات جهاز الهاتف:

يتألف الهاتف من وحدات مهمة ورئيسية، كما في الشكل (2)، وسوف ندرس في الفقرات الآتية هذه المكوّنات.



شكل (2) مكوِّنات جهاز الهاتف

أوّلاً- يد الهاتف (Handset) وتحتوي على المرسل (Transmitter) والمستقبل (Receiver)

1. وحدة الإرسال (الميكروفون) The Microphone:

الميكرفون عبارة عن محوّل طاقة (أو مبدّل طاقة Transducer) يقوم بتحويل الصَّوت (الذي هو عبارة عن اهتزازات في ضغط الهواء) إلى إشارة كهربائيّة (جهد أو تيار) متغيرة بشكل يماثل التغير في الصوت، وبالتالي من الممكن أن نقوم بعمليّة نقلها أو تكبيرها.

2. وحدة الاستقبال (السمَّاعة Speaker):

السمَّاعة عبارة عن مبدّل طاقة (Transducer) يحوّل الإشارة الكهربائيَّة إلى صوت. ولكي تتحوَّل الإشارة الكهربائيَّة إلى إشارة صوتيَّة لابدَّ أن تقوم بإحداث اهتزازات في ضغط الهواء المجاور (تضاغط وتخلخل)، وهذا هو التَّعريف الفيزيائيُّ للصَّوت.

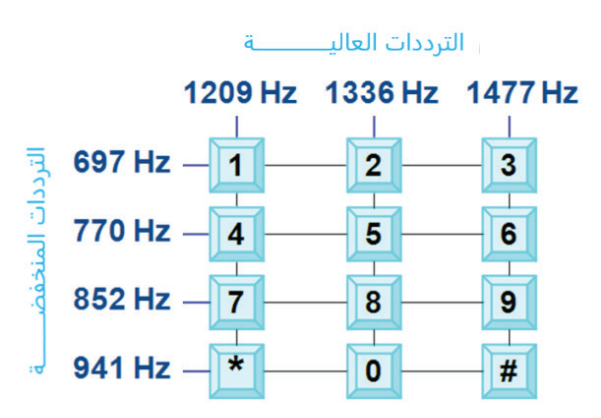
يقوم مبدأ عمل السَّماعة على التأثير الكهرومغناطيسي، حيث إنَّ الإشارة الكهربائيَّة المراد تحويلها إلى صوت هي إشارة متغيَّرة مع الزَّمن، يتمُّ تمريرها خلال ملفّ السمَّاعة الذي يعمل كمغناطيس كهربائي متغيّر الشدَّة حسب تغيُّرات التيَّار المارّ خلاله. وتؤدّي عمليَّة التَّذبذب السَّريعة في شدَّة الإشارة الكهربائيَّة إلى تذبذب مماثل في غشاء السمَّاعة المعدنيّ، وبالتالي إلى تذبذب الهواء وإحداث الصَّوت المطلوب.

ثانياً: وحدة التَّرقيم (Dialing Unit)

باستخدام هذه الوحدة يتمُّ طلب الأرقام المراد الاتّصال بها، حيث تقوم بتحويل الأرقام العشريَّة إلى إشارات كهربائيَّة تفهمها الدَّارات الالكترونيَّة في المقسم. وتوجد طريقتان لتحويل الأرقام إلى إشارات كهربائيَّة: طريقة النَّبضات، وطريقة النَّغمات مزدوجة التردُّد (Dual-tone Multi-frequency).

طريقـة النَّغمـات (DTMF) هـي الأحـدث والأكثـر اسـتخداماً لسـهولتها وسـرعة طلـب الأرقـام فيهـا. ويقـوم مبـدأ عملهـا (كمـا يبيـن شـكل 3) علـى توليـد نغمـة مزدوجـة لـكلّ رقـم مـن الأرقـام. وتكـون النَّغمـة مؤلَّفـةً مـن موجـة جيبيَّـة ذات تـردُّد مماثـل للتـردُّد الظَّاهـر فـوق العمـود الـذي فيـه الرَّقـم المضغـوط عليـه وموجـة جيبيَّـة أخـرى ذات تـردُّد مماثـل للتـردُّد الظَّاهـر أمـام الصَّـف الـذي فيـه الرَّقـم المضغـوط عليـه. وبعـد توليـد هاتيـن الإشـارتين الجيبيَّتيـن المختلفتيـن فـي التـردُّد ترسـل الإشـارتان إلـى المقسـم، الـذي يقـوم بتحليلهمـا لتحديـد الرَّقـم المضغـوط عليـه.

فمثـلاً لـو ضغطنـا علـى الرَّقـم (7) فـإن الـدارة الإلكترونيَّـة فـي وحـدة التَّرقيـم تقـوم بتوليـد إشـارة جيبيَّـة ذات تـردُّد عـالٍ مقـداره 1209 Hz وموجـة جيبيَّـة أخـرى ذات تـردُّد منخفـض مقـداره 852 Hz يشـكّلان معـاً (النَّغمـة المعبّـرة عـن الرَّقـم (7).



شكل (3): ترددات النغمة المزدوجة لمفاتيح لوحة الأرقام

المكوّنـات الرئيسـية لوحـدة الترقيـم: الكبسـات، والقاعـدة المطاطيـة، والملامسـات الكربونية، ولوحـة الملامسـات النحاسـية، وكابـل التوصيـل الشـريطي.

ثالثاً: المفتاح الغطَّاس (Hook Switch):

يقـوم بوصـل دارة التَّنبيـه وفصـل دارة الـكلام لجهـاز الهاتـف عـن الخـطّ الهاتفـيّ القـادم مـن المقسـم (عندمـا تكـون اليـد موضوعـةً علـى القاعـدة والمفتـاح الغطَّـاس للأسـفل)، ويُعكـس الوضـع بمجـرَّد أن تُرفـع يـد الهاتـف.

رابعاً: وحدة التَّنبيه (Ringer Unit):

تقـوم هـذه الوحـدة بتنبيـه الطَّـرف المسـتقبِل عنـد وجـود اتّصـال قـادم إليـه، وتتكـوَّن فـي أبسـط صورهـا مـن جـرسٍ كهربائـيّ بسـيط.

خامساً: الملف التأثيريّ (Induction Coil)

حيث إنّ كلاً من السمّاعة والمايكرفون يشتركان معاً في نفس الدارة الإلكترونيّة فإنَّ جزءاً من الصوت المرسل يتم سماعه في الجهاز نفسه، وهذا يؤدي إلى تأثير سلبي يدعى النغمة الجانبية (side Tone)، ولعلاج هذه المشكلة كان لا بد من إيجاد الملف التأثيريّ الَّذي يقوم بدوره بإلغاء النغمة الجانيبة وتوهينها.

الصيانة الوقائيّة لجهاز الهاتف:

عبارة عن مجموعة الإجراءات وسلسلة العمليات المستمرّة الَّتي يجب القيام بها؛ بهدف وضع الجهاز في وضع الاستعداد التام للعمل. ولمعالجة القصور إن وجد قبل وقوع العطل أو التوقف عن العمل. وتتم عمليات الصيانة الوقائيّة يومياً وأسبوعياً وشهرياً حيث الفحص الدوري الظاهريّ لأجزاء ووحدات الجهاز وإجراء عمليات التنظيف، وتغير بعض الأجزاء البسيطة إذا لزم ذلك.

أهمِّيَّة الصيانة الوقائيّة وأهدافها:

الصيانة عمليّة مستمرّة حتى في حالة التوقُّف عن استخدام الجهاز حيث تتعرَّض أجزاء الجهاز للأعطال مثل التآكل، التلف، الصدأ والغبار خلال فترة عمرها التشغيلي.

ويبرز الدور المهم لعمليات الصيانة الوقائيّة في تحقيق الأهداف الآتية:

- المحافظة الدائمة على الحالة الجيِّدة للجهاز لضمان حسن الأداء.
- الأقلّال من حدوث الأعطال وما تسببه من خسارة اقتصادية نتيجة لتوقف الجهاز عن العمل وتكاليف إعادة التشغيل.
- زيادة العمر الافتراضي للجهاز، وبالتالي الحصول على عائد اقتصادي أكثر جدوى.

يحتلّ الهاتف الأرضيّ (الثابت) مكانة في الاستخدام داخل المنازل والمكاتب، رغم الانتشار الواسع للهواتف المحمولة، ويعود ذلك لأسباب منها الصحيَّة ومنها الاقتصاديَّة، وأحيانا جودة الاتصال في بعض المناطق، كما لا يعتمد الهاتف الثابت على تغطية راديويَّة في العادة، بل يعتمد على الاتصال المباشر بالشَّبكة الهاتفيَّة العموميَّة (PSTN) عن طريق الكيبل الهاتفي، لذلك فهو متوفّر للاتصال على مدار الساعة لعدم تأثّره بقوَّة التغطية الراديويَّة والظُّروف الجويَّة والعوامل الأخرى، كما أنَّ كلفته أقلّ.

2-8 الموقف التعليميّ التعلميّ الثاني:

فحص دارة القدرة وإصلاح أعطالها



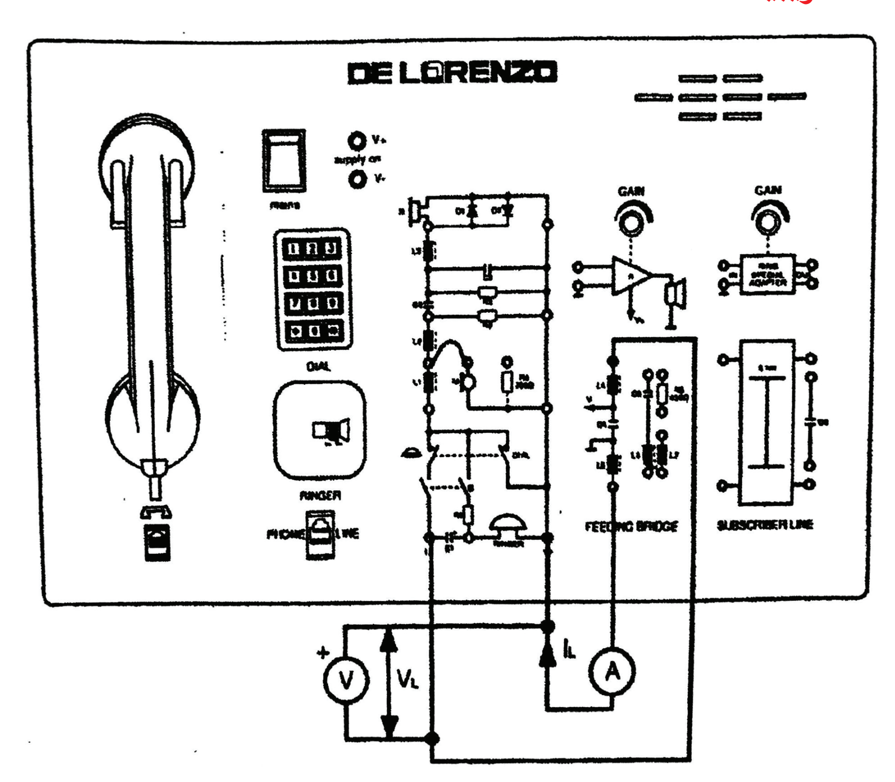
وصف الموقف التعليميّ التعلميّ: جاء أحد الزبائن إلى ورشة صيانة هواتف أرضيّة، واشتكى زبون من عدم سماعه لنغمة الحرارة عند رفعه لسمّاعة الهاتف الأرضيّ، فطلب فحص الجهاز.

العمل الكامل			
خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية	الموارد حسب الموقف الصفي
أجمع البيانات وأحللها	• أجمع بيانات من الزبون عن: • هل تم تجريب هاتف آخر على نفس المقبس • هل تم استخدام جهاز الهاتف نفسه، بتوصيله بمقبس هاتف آخر في المنزل. • هل تم تجريب كابل الهاتف الواصل بين الهاتف الأرضي ومقبس الهاتف بتوصيله بجهاز هاتف آخر للتأكد من سلامته. • أجمع بيانات عن: • قيمة التيار والجهد المُزود من المقسم المحلي لشركة الاتصالات. • أعطال دارة القدرة في جهاز الهاتف.	• العمل في مجموعات. • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: (كتالوج جهاز الهاتف ومواصفاته الفنية، طلب الزبون). • التكنولوجيا: (مواقع إلكترونية تعليمية وفيديوهات تتعلق بقيمة التيار والجهد المُزود من المقسم المحلي لشركة الاتصالات، قياس الجهد والتيار المُزود من المقسم المحلي، أعطال دارة القدرة في جهاز الهاتف، الشبكة الإلكترونية (الإنترنت)).
أخطط وأقرر	• أصنف البيانات (قيمة التيار والجهد المُزود من المقسم المحلي لشركة الاتصالات، أعطال دارة القدرة). • أحدد خطوات العمل: • العدد والأدوات والوثائق التي تلزم في التنفيذ. • قياس الجهد والتيار المُزود من المقسم المحلي بالطريقة الصحيحة. • تحديد سبب عطل عدم وجود نغمة حرارة. • مراحل فحص وجود نغمة حرارة . • إعداد جدول وقت التنفيذ. • عرض القرارات على المدرب.	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات.	• الوثائق: المعلومات الفنية الظاهرة على جهاز الهاتف.

أنفذ	• ارتداء ملابس العمل. • الالتزام بقواعد الأمن والسلامة المهنية. • استخدام العدد والأدوات المناسبة لقياس تيار وجهد خط الهاتف. • البدء بفحص سبب عدم وجود نغمة حرارة وفق الجدول الزمني. • قياس فولتية الخط (VL) وتيارالخط (IL) في حالة يد الهاتف (Handset) موضوعة. • قياس فولتية الخط (VL) وتيارالخط (IL) في حالة يد الهاتف (Handset) مرفوعة. • فحص كابل الهاتف من مقبس الهاتف إلى جهاز الهاتف. • فحص المفتاح الغطاس أو ملامساته. • فحص سماعة Handset أو أسلاكها.	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات. • العصف الذهني.	أجهزة ومعدات: • ساعة رقمية (DMM). • جهاز الهاتف. • خط هاتف. • الوثائق: (الاستعانة بالمخطط الخاص بالوحدة التدريبية المتوفرة لديك (شكل 1)، الاستعانة بالمخططات في مادة أتعلم، أدلة الشركة الصانعة للهواتف). • التكنولوجيا: (الشبكة الإلكترونية (الإنترنت)).
أتحقق	• أتأكد من: (عمل التوصيلات الصحيحة، طريقة قياس فولتية الخط وتيار الخط في حالة يد الهاتف موضوعة، طريقة قياس فولتية الخط وتيار الخط في حالة يد الهاتف مرفوعة، فحص كابل الهاتف، ملامسات المفتاح الغطاس، سماعة Handset أو أسلاكها). • التأكد من عمل الجهاز بعد إصلاح العطل وأن الجهاز يعمل بالشكل الصحيح حسب طلب الزبون.	• حوار ومناقشة. • التعلم التعاوني.	• الوثائق: (المعلومات الفنية الظاهرة على جهاز الهاتف الأرضي). • أجهزة ومعدات: • خط هاتف يعمل. • جهاز الزبون. • ساعة رقمية DMM. • التكنولوجيا: (الشبكة الإلكترونية (الإنترنت)).
أوثق وأقدم	• أوثق: (خطوات قياس فولتية وتيار الخط في حالة يد الهاتف موضوعة ومرفوعة مرة أخرى، نتائج فحص (كابل الهاتف، ملامسات المفتاح الغطاس، سماعة Handset أو أسلاكها)، جدول بالقراءات السابقة، رسم مخطط التوصيلات، نتيجة فحص سبب عدم وجود نغمة حرارة طبقاً للمواصفات والمعايير). • أعرض ما تم إنجازه. • إعداد ملف بالحالة (فحص دارة القدرة وإصلاح أعطالها).	• النقاش في مجموعات. • التعلم التعاوني.	• التكنولوجيا: (جهاز عرض LCD، جهاز حاسوب، الإنترنت). • قرطاسية، منصة عرض.

أقوم	• رضا الزبون وموافقته على عمل جهاز الهاتف بما ينسجم مع طلبه. • مطابقة جهاز الهاتف للمواصفات، والمعايير.	• حوار ومناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: (مواصفات جهاز الهاتف من الشركة الصانعة، طلب الزبون، نماذج التقويم). • التكنولوجيا: (الشبكة الإلكترونية (الإنترنت)).

مخطّط الوحدة التدريبية:



شكل (1) مخطّط الوحدة التدريبية (EDUCATIONAL TELEPHONE SET DL2156TF)



الأسئلة:

1. ما فائدة استخدام أسلاك بألوان مختلفة داخل جهاز الهاتف؟
2. كم قيمة فولتية الخط المُزودة من المقسم في مشغلك؟
3. كم قيمة تيار الخط المُزود من المقسم في مشغلك؟
4. كيف يمكن فحص الكابل الواصل بين الهاتف الأرضيّ ومقبس الهاتف؟



أتعلَّم:

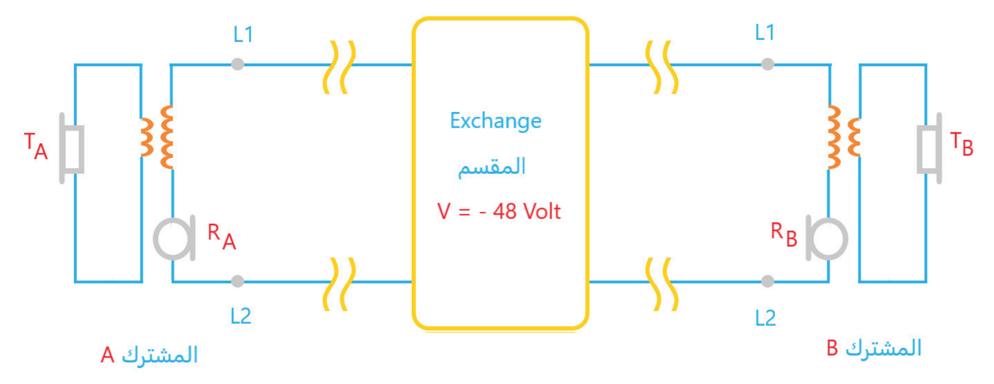
دارة القدرة في جهاز الهاتف

نشاط إن خط الهاتف الأرضيّ يحمل تياراً كهربائيّاً لكي يعمل الهاتف. المطلوب:

- تفسير العبارة السابقة.
- 
هل تتأثر خدمة الهاتف الأرضيّ بانقطاع التيار الكهربائيّ؟
- 
كيف يتم التغلب على مشكلة انقطاع التيار الكهربائيّ ليبقى الهاتف يعمل؟
- هل ندفع تكاليف هذا التيار الكهربائى بصوره مباشرة؟

يتَّصل جهاز الهاتف الخاصُّ بالمشترك بالمقسم المحلّي بوساطة زوج من الأسلاك المجدولة (Twisted Pair) تبلغ مقاومته في كثير من الأحيان بين Ω 600 - Ω 300 (تعتمد شركة الاتصالات الفلسطينية Ω 1500 كحدٍّ أقصى)، وقد يصل طوله قرابة 5 كيلومترات. وتقوم الدّارات الإلكترونيَّة في المقسم المحلّي بتزويد جهاز الهاتف بفولتيَّة مستمرَّة (DC) مقدارها (48V-) لتوفير الفولتيَّة اللازمة لتشغيل داراته المختلفة، شكل (2).

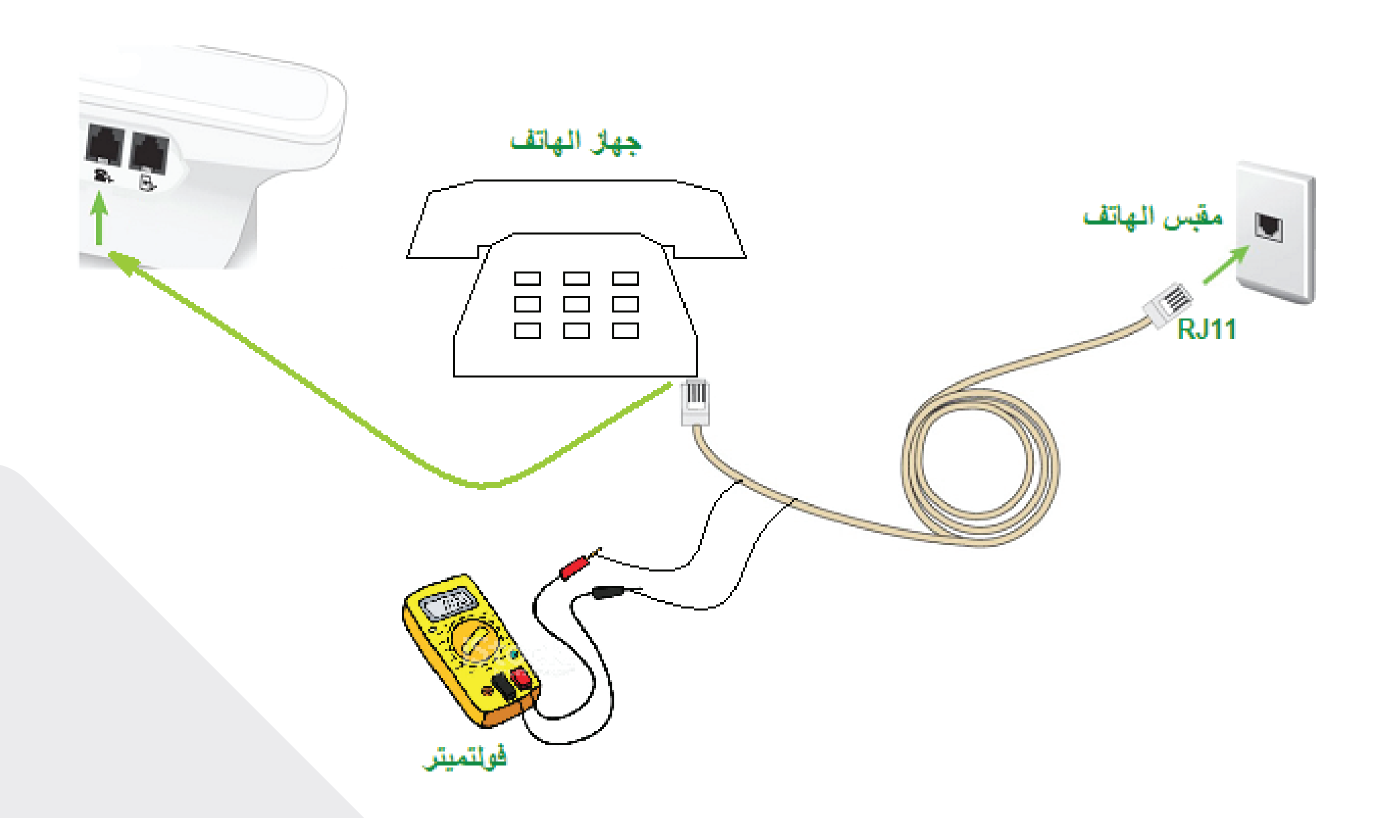
وبمجرَّد رفع يد الهاتف فإن الفولتيَّة على مدخل الجهاز تنخفض إلى حوالي 6V (قد تزيد أو تنقص عن ذلك بعض الشيء بحسب المسافة ومكوّنات دارة الهاتف) وذلك نتيجة لمرور التيَّار الكهربائي خلال الخطّ وعبر دارات الهاتف ودارة المقسم المتّصلة معه. وفي العادة لا تقلّ قيمة التيّار الناتج من هذه الفولتيَّة والواصل إلى الجهاز عن حدود 25 mA



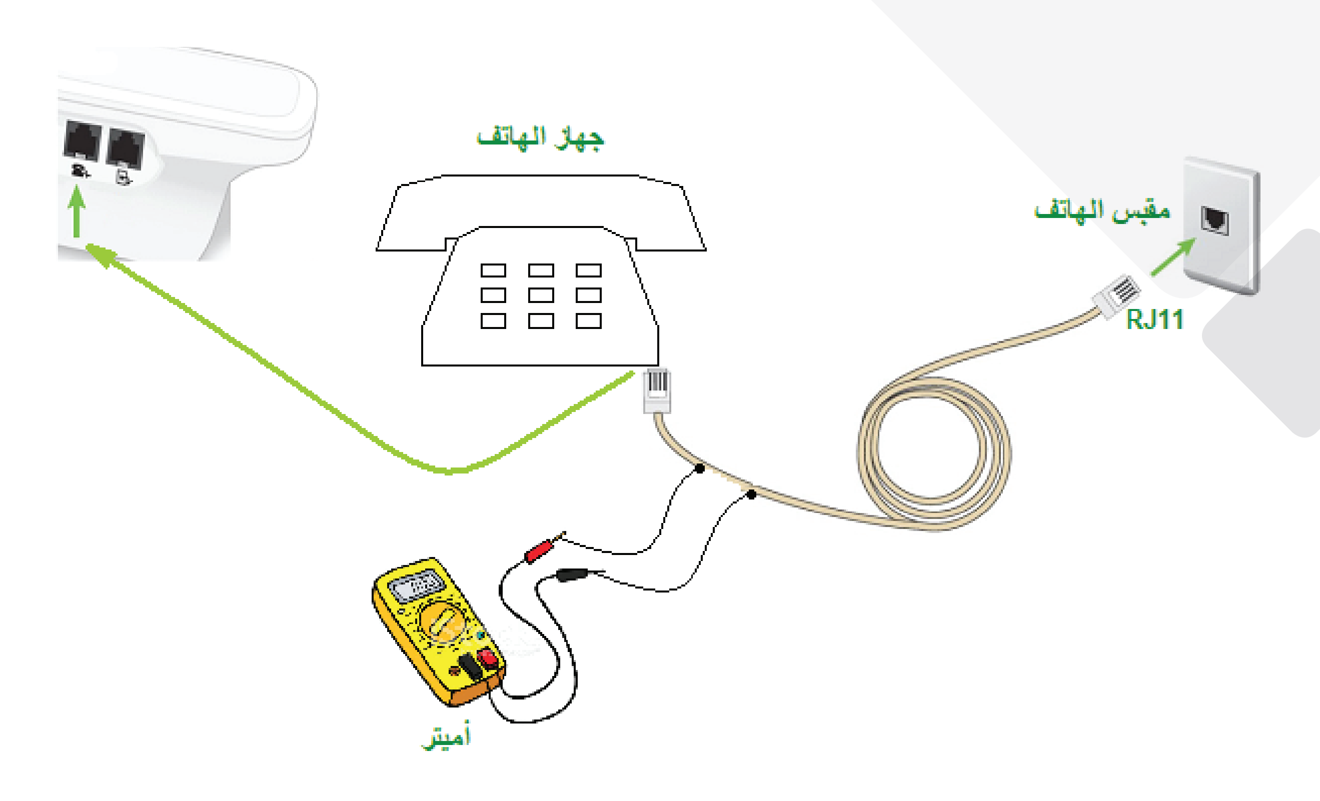
شكل (2): الدارة الكهربائية المغلقة بين جهاز المشترك والمقسم

قياس فولتية وتيار الخط:

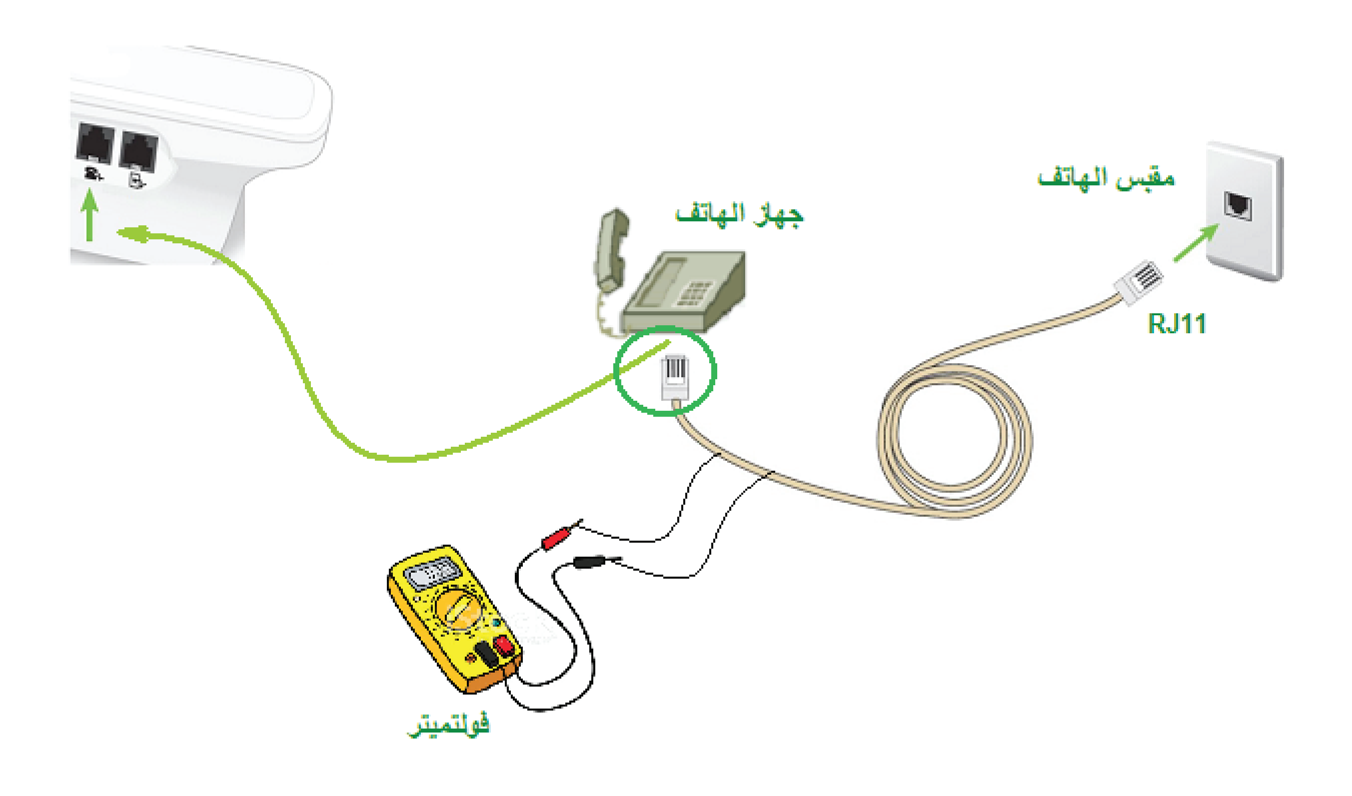
- قياس فولتية الخط (V_L) وتيارالخط (I_L) في حالة يد الهاتف (Handset) موضوعة (ON-Hook).
  - الشكل (3 - أ) يوضح كيفيّة قياس فولتية خط الهاتف ويد الهاتف موضوعة.
  - الشكل (3 - ب) يوضح كيفيّة قياس تيار خط الهاتف ويد الهاتف موضوعة.
- قياس فولتية الخط (V_L) وتيارالخط (I_L) في حالة يد الهاتف (Handset) مرفوعة (OFF-Hook).
  - الشكل (4 - أ) يوضح كيفيّة قياس فولتية خط الهاتف ويد الهاتف مرفوعة.
  - الشكل (4 - ب) يوضح كيفيّة قياس تيار خط الهاتف ويد الهاتف مرفوعة.



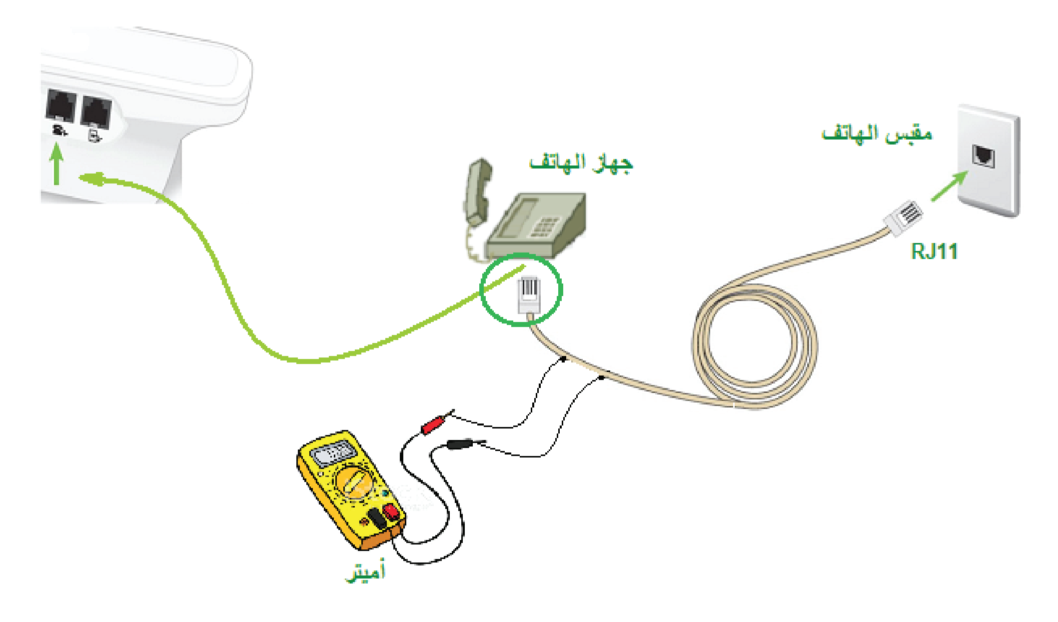
شكل (3 - أ) قياس فولتية خط الهاتف في حالة ON-Hook



شكل (3 - ب) قياس تيار خط الهاتف في حالة ON-Hook



شكل (4 - أ) قياس فولتية خط الهاتف في حالة OFF-Hook



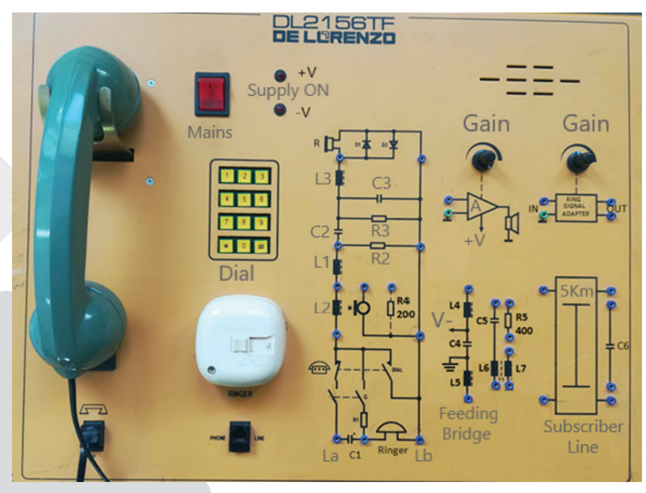
شكل (4 - ب) قياس تيار خط الهاتف في حالة OFF-Hook

أعطال دارة القدرة في جهاز الهاتف:

من أشهر أعطال دارة القدرة عدم وجود نغمة حرارة ومن أسباب هذا العطل:

- يد الهاتف Handset لجهاز هاتف آخر موصول على الشبكة الداخليّة نفسها قد تكون مرفوعة.
- عدم وجود فولتية من المقسم (عطل في الخطّ).
- تلف سلك التوصيل من مقبس الهاتف إلى جهاز الهاتف.
- تلف المفتاح الغطاس أو ملامساته.
- تلف سمّاعة Handset أو انقطاع أحد أسلاكها.

يبيّن شكل (5) التالي وحدة الهاتف التَّعليمي (EDUCATIONAL TELEPHONE SET DL2156TF).



شكل (5): وحدة الهاتف التعليمي (EDUCATIONAL TELEPHONE SET DL2156TF).



3-8 الموقف التعليميّ التعلميّ الثالث:

فحص دارة التنبيه وإصلاح أعطالها

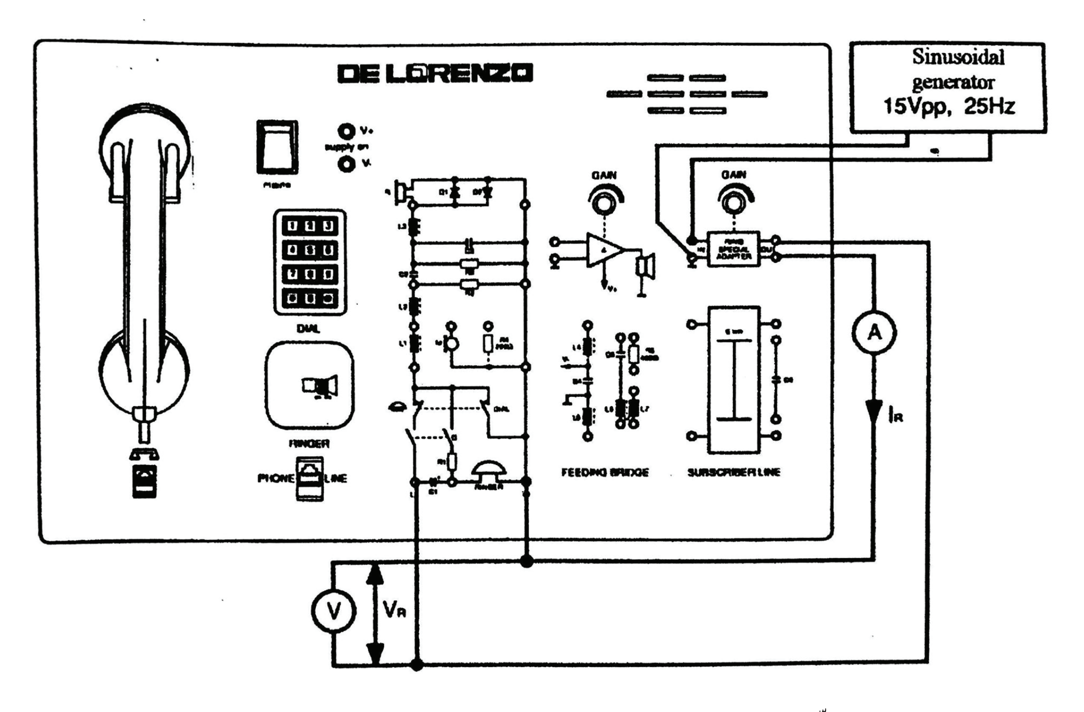
وصف الموقف التعليميّ التعلميّ: جاء أحد الزبائن إلى ورشة صيانة هواتف أرضيّة، واشتكى زبون من عدم سماعه لنغمة الجرس عند ورود مكالمة هاتفيّة لهاتفه الأرضيّ، وطلب فحص دارة الجرس.

العمل الكامل			
خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية	الموارد حسب الموقف الصفي
أجمع البيانات وأحللها	• أجمع بيانات من الزبون عن: • هل تم تجريب هاتف آخر على نفس المقبس • هل تم التأكد من أن الجرس في وضع رنين وليس صامتاً • هل تم التأكد من أن صوت الجرس قد تم تعديله ليكون مسموعاً • هل جهازك يتضمن الوضع الليلي • أجمع بيانات عن: • قيمة تيار وجهد الجرس المُزود من المقسم المحلي لشركة الاتصالات • أعطال دارة التنبيه (الجرس) في جهاز الهاتف	• العمل في مجموعات. • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: (كتالوج جهاز الهاتف ومواصفاته الفنية، طلب الزبون). • التكنولوجيا: (مواقع إلكترونية تعليمية وفيديوهات تتعلق بقيمة تيار وجهد الجرس المُزود من المقسم المحلي لشركة الاتصالات، قياس تيار وجهد الجرس المُزود من المقسم المحلي، أعطال دارة الجرس في جهاز الهاتف، الشبكة الإلكترونية (الإنترنت)).
أخطط وأقرر	• أصنف البيانات (قيمة تيار وجهد الجرس المُزود من المقسم المحلي لشركة الاتصالات، أعطال دارة الجرس). • أحدد خطوات العمل: • العدد والأدوات والوثائق التي تلزم في التنفيذ. • كيفية قياس تيار وجهد الجرس المُزود من المقسم المحلي بالطريقة الصحيحة • تحديد سبب عطل عدم وجود نغمة الجرس . • مراحل فحص وجود نغمة حرارة. • إعداد جدول وقت التنفيذ. • عرض القرارات على المدرب.	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات.	• الوثائق: المعلومات الفنية الظاهرة على جهاز الهاتف.

أنفذ	• ارتداء ملابس العمل. • الالتزام بقواعد الأمن والسلامة المهنية. • استخدام العدد والأدوات المناسبة لقياس تيار وجهد خط الهاتف. • البدء بفحص سبب عدم وجود نغمة الجرس وفق الجدول الزمني. • قياس فولتية خط الجرس (VL) وتيارخط الجرس (IL) في حالة يد الهاتف (Handset) موضوعة • التأكد من أن الجرس في وضع رنين وليس صامتاً. • التأكد من أن صوت الجرس قد تم تعديله ليكون مسموعاً. • التأكد من أن الجهاز لم يثبت في الوضع الليلي. • فحص المفتاح الغطاس أو ملامساته. • فحص توصيلات وحدة التنبيه. • فحص مكونات وحدة التنبيه. • في حالة الفحص باستخدام الوحدة التدريبية: • استخدام مولد إشارة وضبطه على تردد 25Hz. • ضبط مفتاح الاتساع للمولد على أقل قيمة في بداية التمرين، ثم رفع قيمة الاتساع تدريجياً حتى يعمل الجرس بصوت مسموع. • قياس فولتية خط الجرس (VL) وتيارخط الجرس (IL).	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات. • العصف الذهني.	أجهزة ومعدات: • ساعة رقمية (DMM). • جهاز الهاتف. • خط هاتف. • الوثائق: (الاستعانة بالمخطط الخاص بالوحدة التدريبية المتوفرة لديك (شكل 1)، الاستعانة بالمخططات في مادة أتعلم، أدلة الشركة الصانعة للهواتف). • التكنولوجيا: (الشبكة الإلكترونية (الإنترنت)).
أتحقق	• أتأكد من: (عمل التوصيلات الصحيحة، طريقة قياس فولتية الخط وتيار الخط للجرس في حالة يد الهاتف موضوعة، فحص وضع الرنين وصوت الجرس، ملامسات المفتاح الغطاس، توصيلات وحدة التنبيه ومكوناتها). • أتأكد من عمل الجهاز بعد إصلاح العطل، وأن الجهاز يعمل بالشكل الصحيح حسب طلب الزبون حسب طلب الزبون.	• حوار ومناقشة. • التعلم التعاوني.	• المعلومات الفنية الظاهرة على جهاز الهاتف الأرضي. • خط هاتف. • جهاز الزبون. • ساعة رقمية DMM. • الشبكة الإلكترونية (الإنترنت).

أوثق وأقدم	• أوثق: (خطوات قياس فولتية وتيار خط الجرس في حالة يد الهاتف موضوعة، نتائج فحص (وضع الرنين وصوت الجرس، ملامسات المفتاح الغطاس، توصيلات وحدة التنبيه ومكوناتها)، عمل جدول بالقراءات السابقة، رسم مخطط التوصيلات، نتيجة فحص سبب عدم وجود نغمة الجرس طبقاً للمواصفات والمعايير). • أعرض ما تم إنجازه. • إعداد ملف بالحالة (فحص دارة التنبيه وإصلاح أعطالها).	• النقاش في مجموعات. • التعلم التعاوني.	• التكنولوجيا: (جهاز عرض LCD، جهاز حاسوب، الإنترنت). • قرطاسية، منصة عرض.
أقوم	• رضا الزبون وموافقته على عمل جهاز الهاتف بما ينسجم مع طلبه. • مطابقة جهاز الهاتف للمواصفات، والمعايير.	• حوار ومناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: (مواصفات جهاز الهاتف من الشركة الصانعة، طلب الزبون، نماذج التقويم). • التكنولوجيا: (الشبكة الإلكترونية (الإنترنت)).

مخطّط الوحدة التدريبية:



شكل (1) مخطّط الوحدة التدريبية (EDUCATIONAL TELEPHONE SET DL2156TF)



الأسئلة:

1. كم قيمة فولتية خط الجرس المُزودة من المقسم في مشغلك؟
2. كم قيمة تيار خط الجرس المُزود من المقسم في مشغلك؟
3. ما الأسباب المحتملة لعطل وحدة التنبيه في جهاز الهاتف؟



أتعلَّم:

دارة التَّنبيه في جهاز الهاتف



نشاط

عندما تردنا مكالمة جديدة على جهاز الهاتف الأرضيّ فإنَّنا نسمع صوت رنَّة التنبيه (الجرس):



- هل يتـمُّ استـخدام فولتيَّة الخطّ (48 Volt -) لتشغيل وحدة التنبيه في جهاز الهاتف؟

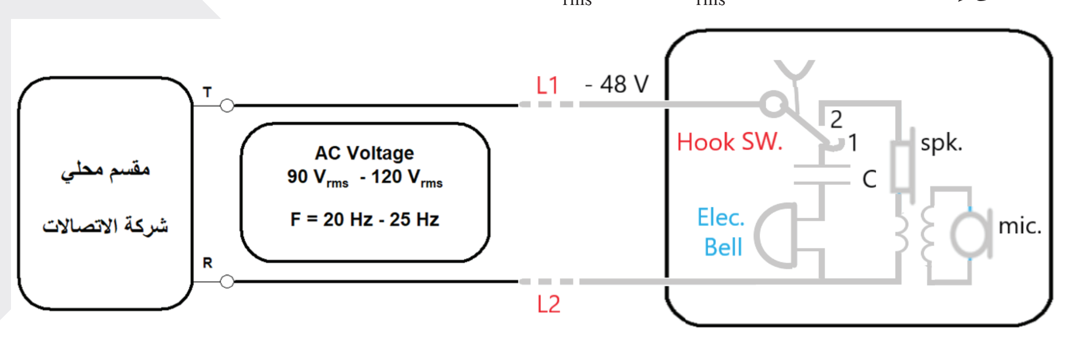


- ما الذي يمنع دارة التنبيه من العمل بشكل مستمرّ عندما تكون يد الهاتف موضوعة؟

وحدة التَّنبيه (Ringer Unit)

يحتاج جهاز الهاتف إلى إشارةٍ تدل المستخدم في جهة الاستقبال على قدوم مكالمة هاتفيَّة جديدة، ولذلك فقد تمَّ إضافة (وحدة التنبيه) إلى الجهاز، وهي توضع قبل المفتاح الغطَّاس (شكل 2) بحيث تكون في حالة (وصل) بفعل ملامسات المفتاح عندما تكون يد الهاتف موضوعة والمفتاح الغطَّاس إلى أسفل، وتصبح في حالة (فصل) بفعل ملامسات المفتاح الغطاس بمجرد رفع المستخدم ليد الهاتف.

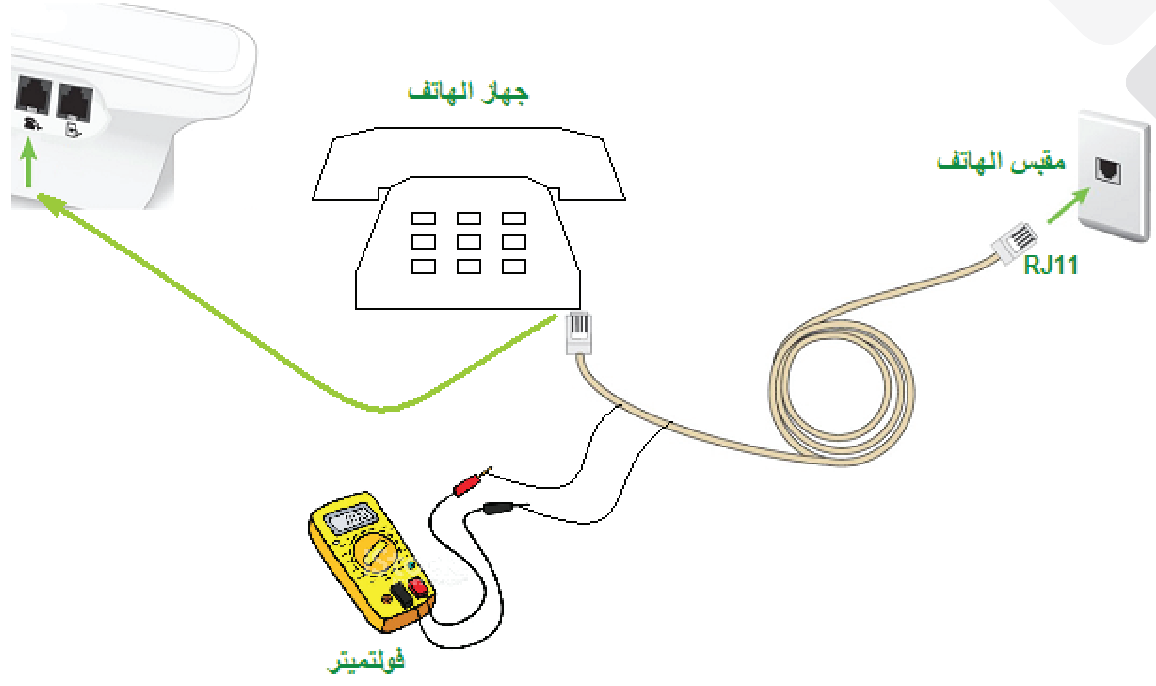
تتكوَّن (وحدة التنبيه) من دارةٍ إلكترونيَّة لمعالجة إشارة التنبيه الواردة من المقسم، ورقاقةٍ سمعيَّة تعمل كمولِّد نغماتٍ إلكترونيّ، وسمَّاعة كهربائيَّة تقوم بإصدار صوت التَّنبيه، بالإضافة إلى نوع من التنبيه الضَّوئي للأشخاص ضعيفي السَّمع. وقد ظهرت دارة التنبيه في أبسط صورها على شكل جرس كهربائيّ بسيط. وتعمل وحدة التنبيه أو الجرس بعد أن يقوم مقسم شركة الاتصالات المحلّي بإرسال إشارة التنبيه، وهي عبارة عن إشارة جهد متغيّر ($90V_{rms} - 120V_{rms}$) ذات تردُّد (20-25 Hz).



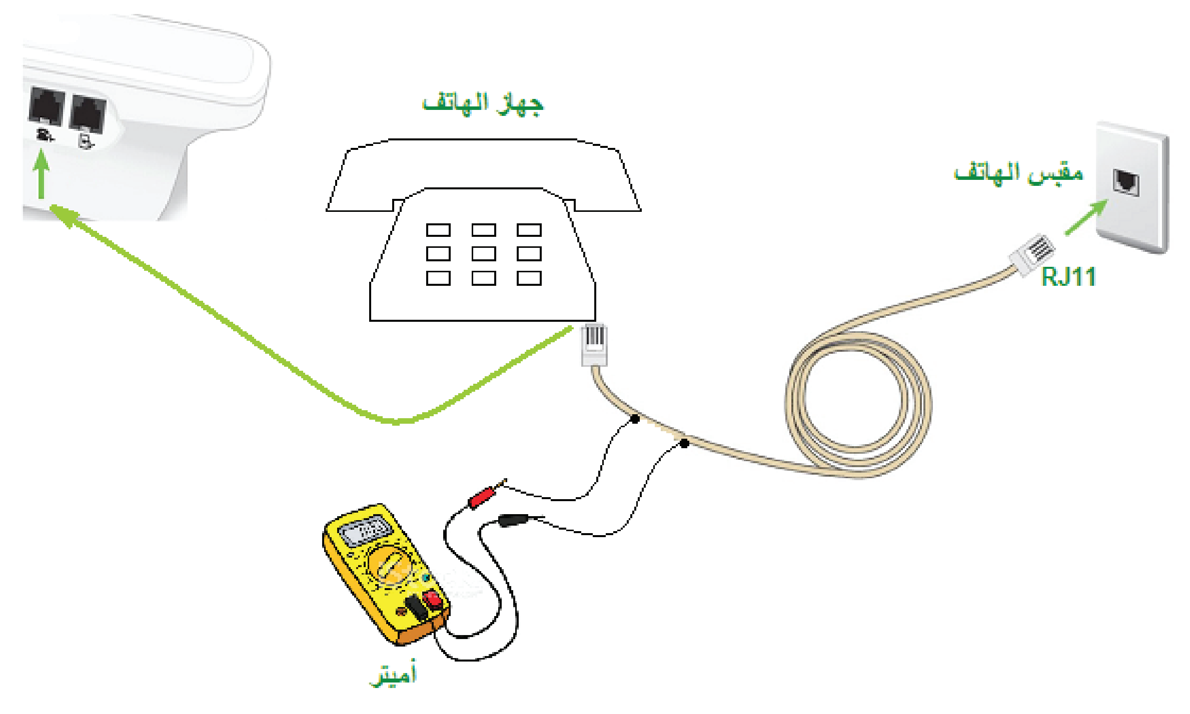
شكل (2) مبدأ عمل دارة التنبيه (الجرس البسيط كمثال)

قياس فولتية خط الجرس وتياره:

تُقاس فولتية خط الجرس (V_L) وتيارخط الجرس (I_L) دائماً في حالة يد الهاتف (Handset) موضوعة (ON-Hook). الشكل (3) يوضح كيفيّة قياس فولتية خط الجرس للهاتف، والشكل (4) يوضح كيفيّة قياس تيار خط الجرس للهاتف.



شكل (3) قياس فولتية خط الجرس للهاتف



شكل (4) قياس تيار خط الجرس للهاتف

أعطال وحدة التنبيه في جهاز الهاتف:

- تكمن بعض الأعطال في وجود مكالمات دون صوت رنين، ويتم فحص ذلك عن طريق:
  أ- التأكّد من أن الجرس في وضع رنين وليس صامتاً.
  ب- التأكّد من أن صوت الجرس قد تمَّ تعديله ليكون مسموعاً وعالياً ومناسباً.
  ج- بعض أجهزة الهاتف تتضمن الوضع الليلي، وهو وضع يكون فيه صوت الجرس مخفياً أو منخفضاً لتجنّب الإزعاج الليلي، فنتأكد من أن جهاز الهاتف لم يثبت في هذه الوضعية وفي حال هو مثبت في هذه الوضعية نقوم بإلغائها.
- تلف المفتاح الغطاس أو ملامساته.
- تلف إحدى التوصيلات لوحدة التنبيه.
- تلف إحدى مكوِّنات وحدة التنبيه.

4-8 الموقف التعليميّ التعلميّ الرابع:
فحص دارة الكلام وإصلاح أعطالها



وصف الموقف التعليميّ التعلميّ: حضر زبون إلى ورشة الصيانة الإلكترونيّة ومعه جهاز هاتف أرضيّ يعاني من وجود تشويش وتقطع في الصوت أثناء الإرسال والاستقبال، وطلب إصلاحه. بعد المعاينة والفحص تبين أن المشكلة في دارة الكلام.

العمل الكامل			
خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية (استراتيجية التعلم)	الموارد حسب الموقف الصفي
أجمع البيانات وأحللها	• جمع بيانات من الزبون عن: • طبيعة المشاكل التي يعاني منها الجهاز في الارسال والاستقبال • طبيعة التشويش، وهل يستمر طيلة الوقت، ام انه يظهر بشكل متقطع؟ • هل يوجد صدى لصوت المتحدث يسمعه اثناء الارسال؟ • هل تعرض الهاتف لصدمات ميكانيكية؟ • جمع بيانات عن: • اجهزة الهاتف • دارة الكلام في اجهزة الهاتف	• التعلم التعاوني (مجموعات). • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: (الطلب الخطي للزبون (وصف المهمة)، نماذج توثيق العمل. • كتب علمية متخصصة وكتالوجات وادلة تشغيل وصيانة اجهزة الهاتف). • التكنولوجيا: (مواقع إلكترونية تعليمية على الانترنت وفيديوهات عن عمل اجهزة الهاتف وصيانتها).
أخطط وأقرر	• أصنف البيانات عن (فحص دارة الكلام وإصلاح أعطالها). • أحدد خطوات العمل: • يناقش الطلبة جميع البيانات السابقة. • تحديد المواد والأجهزة اللازمة للعمل. • الاتفاق على مراحل فحص دارة الكلام وإصلاح أعطالها. • إعداد جدول زمني للتنفيذ.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (العمل في مجموعات). • العصف الذهني (استمطار الافكار).	• الوثائق: (نموذج جدولة وقت تنفيذ المهام، كتالوجات، نشرات، صور). • التكنولوجيا: (جهاز كمبيوتر).

أنفذ	• اوزّع العدد والمواد والأجهزة على المجموعات • اقوم بإنجاز المهمة والتي تشمل الآتي: • افك يد سماعة الهاتف (المستعمل). • افصل سلكي الميكروفون وافحصه: قياس مقاومة ملفه باستخدام جهاز القياس (DMM). • استبدل الميكروفون ان كان تالفا بآخر سليم. • افصل سلكي السماعة وافحصها: قياس مقاومة ملفها باستخدام جهاز القياس (DMM). • استبدل السماعة ان كانت تالفة بآخرى سليمة. • افحص الكيبل المجدول (Cord) الذي يصل يد السماعة بجهاز الهاتف واتاكد من سلامته • اصلِح او استبدل الكيبل المجدول عند الضرورة. • افحص ثنائيا حذف التشويش واتاكد من سلامة عملهما. • اعيد لحام الاسلاك المفصولة، واعيد تجميع جهاز الهاتف. • اجرب جهاز الهاتف واتاكد من سلامة عمله.	• العصف الذهني. • الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات.	**اجهزة ومعدات:** • حقيبة عدة متنوعة. • جهاز هاتف مستعمل (للفك والفحص). • جهاز هاتف شغّال. • جهاز القياس متعدد الاغراض (DMM). • كاوي لحام قصدير. • مقسم هاتفي فرعي خاص (PBX). • كتالوجات، نشرات، ادلة تشغيل. • التكنولوجيا: (مواقع انترنت خاصة باجهزة الهاتف).
اتحقق	• اتحقق من: (اجراء مكالمة من الجهاز الذي تم اصلاحه الى جهاز هاتف آخر (شغّال) بواسطة المقسم الفرعي) • • اتاكد من: (عمل جهاز الهاتف الخاص بالزبون، قدرة الزبون على استخدام الجهاز دون مشاكل)	• الحوار والمناقشة • التعلم التعاوني (العمل في مجموعات) • العصف الذهني (استمطار الافكار)	• الوثائق: (قائمة التدقيق الخاصة بالتحقق من خطوات العمل، كتالوجات، نشرات، ادلة تشغيل) • التكنولوجيا: (مواقع انترنت خاصة باجهزة الهاتف)
أوثق وأعرض	• اوثّق نتائج العمل الكامل: (الخّص كل ما تم عمله من البداية إلى النهاية خطيّا على شكل خطوات متسلسلة منطقياً، تدوين قيم مقاومات الميكروفون، والسماعة، تسجيل الملاحظات المختلفة على جميع نتائج الفحوصات) • اعرض ما تم انجازه • اعدّ ملف بالحالة: (فحص دارة الكلام وإصلاح أعطالها)	• النقاش في مجموعات • لعب الادوار	• التكنولوجيا: (أجهزة عرض، جهاز • كمبيوتر، الإنترنت(• قرطاسية، منصة عرض

أقوم	• رضا الزبون عن اصلاح وتشغيل جهاز جهاز الهاتف الخاص به ومطابقة. • مطابقة عمل جهاز الهاتف للمواصفات والمعايير الفنية.	• حوار ومناقشة. • البحث العلمي (ادوات التقويم الاصيل).	• الوثائق: (ورقة العمل الخاصة بالتقييم ومناهج التقييم، منهجيات التقييم المتنوعة، ادلة تشغيل وصيانة اجهزة الهاتف). • التكنولوجيا: (الشبكة الإلكترونية (الإنترنت)).

الأسئلة:

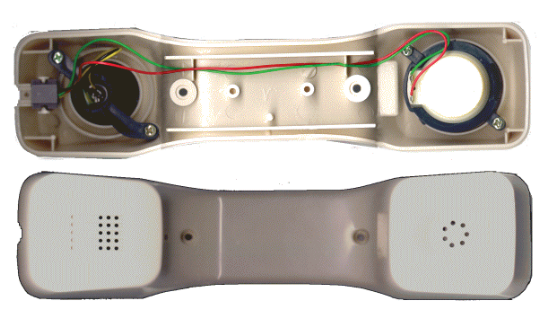
1. فسّر لماذا يحظر تركيب الهاتف في مكان يتعرض لأشعة الشمس المباشرة أو مكان درجة حرارته ورطوبته أكثر مما توصي به الشركة الصانعة؟
2. بماذا تنصح لحفظ ومنع ضياع براغي جهاز الهاتف عند الحاجة لفكّه؟
3. كيف تحدد صلاحية أو تلف الميكروفون بعد فحصه بجهاز القياس (DMM)؟



أتعلَّم:

دارة الكلام في جهاز الهاتف

نشاط (1) هل سبق أن شاهدت المكوّنات الداخليّة في يد سمّاعة الهاتف؟ هل تستطيع التمييز بين السمّاعة والميكروفون من شكله الخارجيّ؟ انظر شكل (1)



شكل (1): نشاط 1

عرفت سابقاً المكوّنات الأساسيّة لجهاز الهاتف، والتي من بينها دارة الكلام. فيما سيأتي، سنتعرف على هذه الدارة، ومكوِّناتها ووظائفها، وطريقة فحصها، وإصلاح اعطالها.

المكوّنات الأساسيّة لدارة الكلام في جهاز الهاتف

مهما كان نوع الهاتف المستخدم فإنَّ دارة الكلام تتكوّن بشكل رئيسي من الآتية:

- المرسل أو الميكروفون (Microphpne).
- المستقبل أو السمّاعة (Speaker).
- المُضَخّم (Amplifier) ودارة التنظيم.
- الملفّ التأثيري وثنائيًّا تحديد الإشارة.

المرسل (الميكروفون)

يُعدّ الميكروفون محول طاقة (Transducer) حيث يعمل على تحويل الصوت إلى إشارة كهربائيّة يمكن معالجتها ونقلها عبر أسلاك الهاتف إلى المشترك على الطرف الآخر. وعادة ما يتواجد الميكروفون داخل يد سمّاعة الهاتف (Handset)، كما هو مبين في شكل (2)

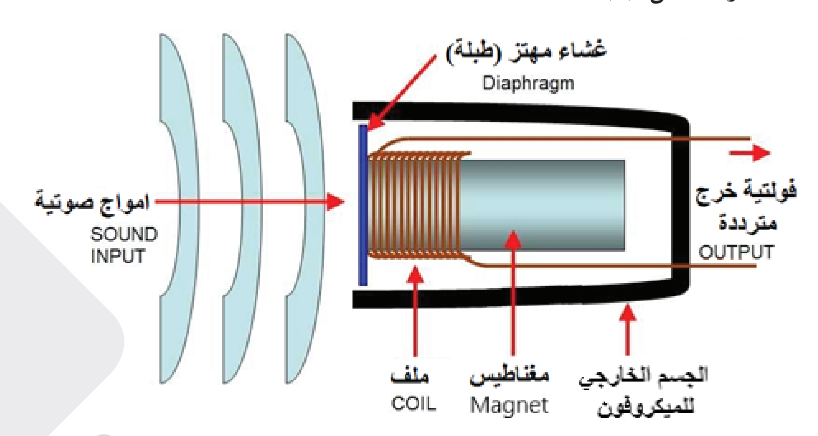


شكل (2): يد السمّاعة ومكوِّناتها

قديماً استُخدم الميكروفون الكربوني على نطاقٍ واسع في أجهزة الهاتف نظراً لبساطته وعمره الطّويل وقوة التيّار الذي يولّده، أمّا حديثاً فإنَّ معظم أجهزة الهاتف تستخدم ميكروفون الملفّ المتحرّك (Dynamic Microphone). فما ميكروفون الملفّ المتحرّك؟ وما مبدأ عمله؟

ميكروفون الملفّ المتحرّك (Dynamic Microphone)

وهو أكثر أنواع الميكروفونات شيوعاً واستخداماً نظراً لجودة تيّاره وكفاءته ومتانته بالإضافة إلى انخفاض ثمنه. ينتقل الصّوت عبر الهواء على شكل اهتزازات (أمواج) تصطدم بالغشاء المهتزّ (الطبلة) في مقدّمة الميكروفون وتتسبَّب باهتزازه، ويكون غشاء الميكروفون متّصلاً بملفّ (نابضٍ سلكيّ)، فيهتزُّ هذا الملفّ ضمن مجالٍ مغناطيسيّ يُنشِئه مغناطيس الميكروفون، فتتولَّد داخل الملفّ إشارة كهربائيَّة معبّرة عن الصَّوت الذي ولَّدها، انظر شكل (3).



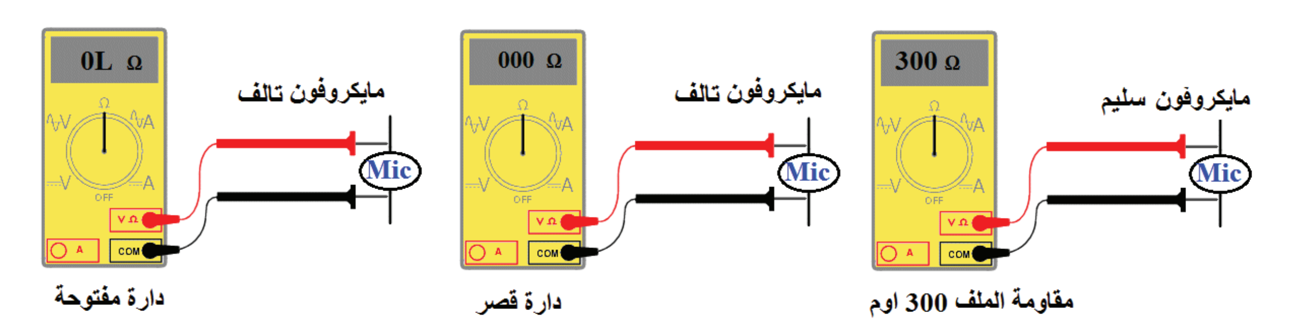
شكل (3): تركيب ميكروفون الملف المتحرك وآلية عمله

ومن أنواع الميكروفونات الأخرى شائعة الاستعمال الميكروفون السعوي، والميكروفون الإلكتروليتي، والميكروفون الكريستالي (البلوريّ).

كيفيّة فحص الميكروفون

يُبيِّن شكل (4) أبسط الطرق المستخدمة لفحص الميكروفون والتأكّد من سلامة عمله، وتتم بقياس مقاومة ملفه (بعد فصل سلكيّ الميكروفون) باستخدام جهاز القياس متعدد الأغراض (DMM) بعد ضبطه على وضعية قياس المقاومة (Ω)، حيث يمكن للجهاز (DMM) أن يعطي إحدى القيم الثلاث الآتية:

- قيمة معقولة لمقاومة الملف، وفي هذه الحالة يكون الميكروفون سليماً من الناحية الكهربائيّة.
- قيمة صغيرة جداً لمقاومة الملف تقترب من الصفر، وتمثل دارة قصر (short circuit) نتيجة انهيار مادّة العازل المغلفة لأسلاك الملف بفعل الحرارة الزائدة. وفي هذه الحالة يُعدّ الميكروفون تالفا.
- قيمة عالية جداً لمقاومة الملف (Ω)، وتمثل دارة مفتوحة (Open circuit) نتيجة حدوث قطع في سلك الملف، أو انفصال أحد أطرافه. وفي هذه الحالة يُعدّ الميكروفون تالفا أيضاً. انظر شكل (4)



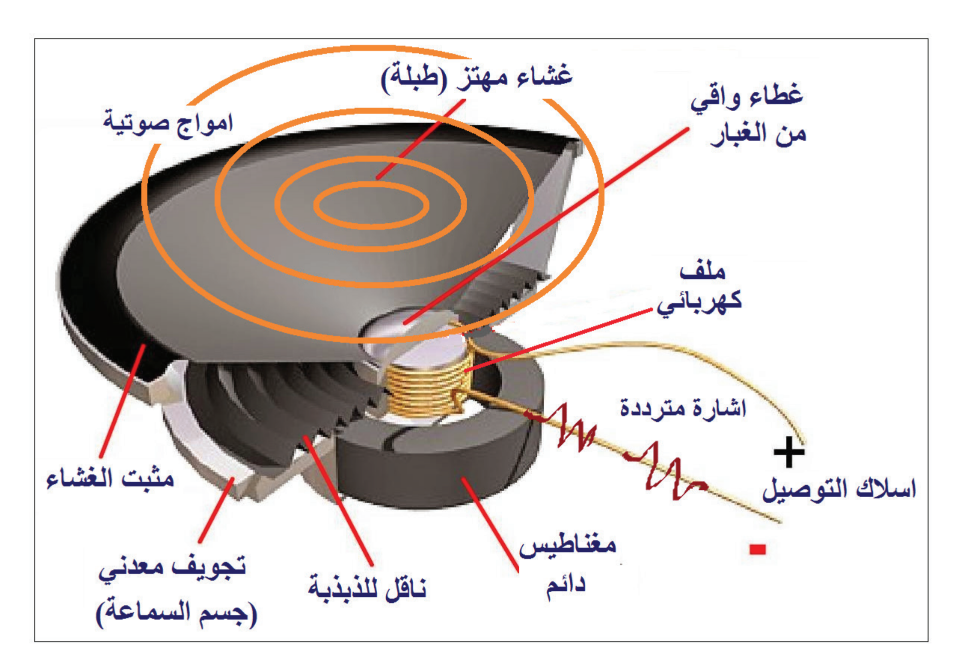
شكل (4): فحص الميكروفون

المستقبل (السمّاعة)

تُعَدّ السمّاعة أيضاً محول طاقة (Transducer) حيث تقوم بتحويل طاقة الخرج الكهربائيّة إلى صوت طبيعيّ يمكن سماعه. وعمليّة التحويل الَّتي تقوم بها السماعات تماثل العمليّة الَّتي يقوم بها الميكروفون لتحويل الصوت إلى إشارة كهربائيّة، ولكن بشكل عكسي.

آلية عمل السمّاعة

تتجه الإشارة المتردّدة الَّتي تمثل الصوت إلى الملف الكهربائيّ الخاص بالسمّاعة، فيتولّد مجال مغناطيسيّ حول سلك الملف، يتفاعل بدوره مع المجال المغناطيسيّ الناشئ عن المغناطيس الثابت المحيط بالملف لإنتاج الحركة الفيزيائية المناسبة لهز غشاء السمّاعة (الطبلة)، وتحويل الإشارات الكهربائيّة إلى طاقة صوتية، حيث يقوم الغشاء المهتز بتوليد اهتزازات هوائيّة كافية لإنتاج الصوت الطبيعيّ الَّذي نسمعه. انظر شكل (5)

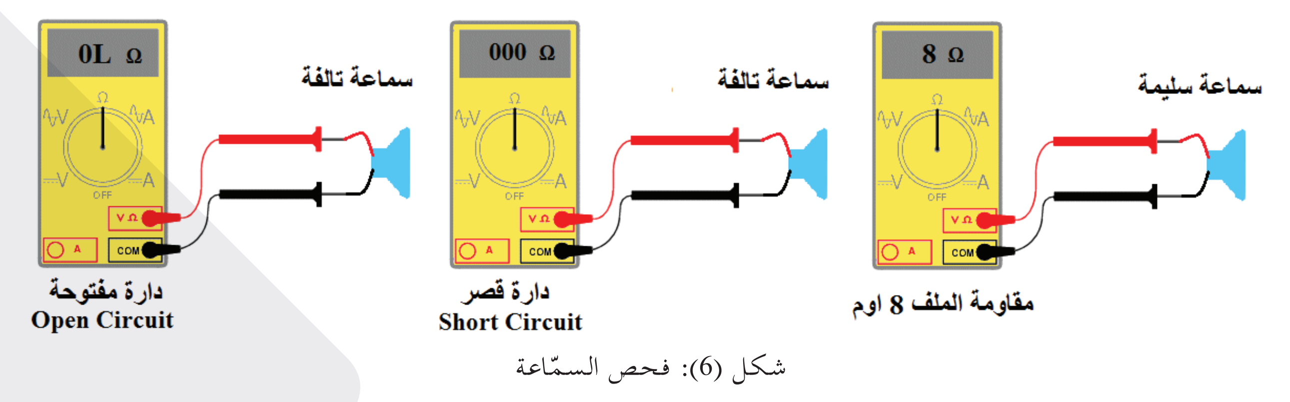


شكل (5): آلية عمل السمّاعة

كيفيّة فحص السمّاعة

بما أن الجزء الَّذي يتم فحصه في السمّاعة هو الملف الكهربائيّ، فإنَّ طريقة فحصه تتمّ بنفس طريقة فحص ملف الميكروفون، مع ملاحظة أن مقاومة ملف السمّاعة أقلّ بكثير من مقاومة ملف الميكروفون. علّل ذلك.

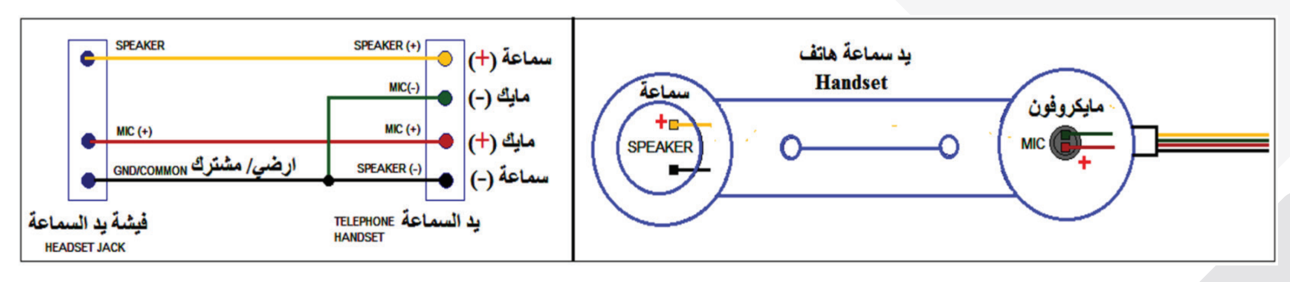
انظر شكل (6)



شكل (6): فحص السمّاعة

أسلاك توصيل السمّاعة والميكروفون

عادة ما توصل الأسلاك داخل يد سمّاعة الهاتف (Handset) كما هو مبين في شكل (7)، حيث يوصل السلكان الأصفر (+) والأسود (-) إلى ملف السمّاعة، بينما يوصل السلكان الاحمر (+) والاخضر (-) إلى ملف الميكروفون.



شكل (7): التوصيلات داخل يد سمّاعة الهاتف (Handset)

المُضَخّم ودارة التنظيم

تحتوي دارة الكلام على مُضَخّمات تضبط مستوى الصوت الصادر عن هاتف المشترك، بغض النظر عن بعد هذا الهاتف عن المقسم، طالما أنه يقع في المدى الَّذي يعمل فيه هذا المقسم (5Km في المقسم المحلّيّ CO). حيث إنّ فرق الجهد الَّذي يغذي المُضَخّم يتغير حسب بعد المشترك عن المقسم، أيّ أن التضخيم يكون كبيراً في الحالة البعيدة عن المقسم، وقليلاً في الحالة القريبة من المقسم. وبذلك فإنَّ مستوى الصوت في أقرب نقطة من المقسم يكون إلى حد كبير مشابهاً لمستوى الصوت عند أبعد نقطة، وبهذا يبقى مستوى الصوت ثابتاً.

الملفّ التأثيري وثنائيًا الحذف (التَّحديد)

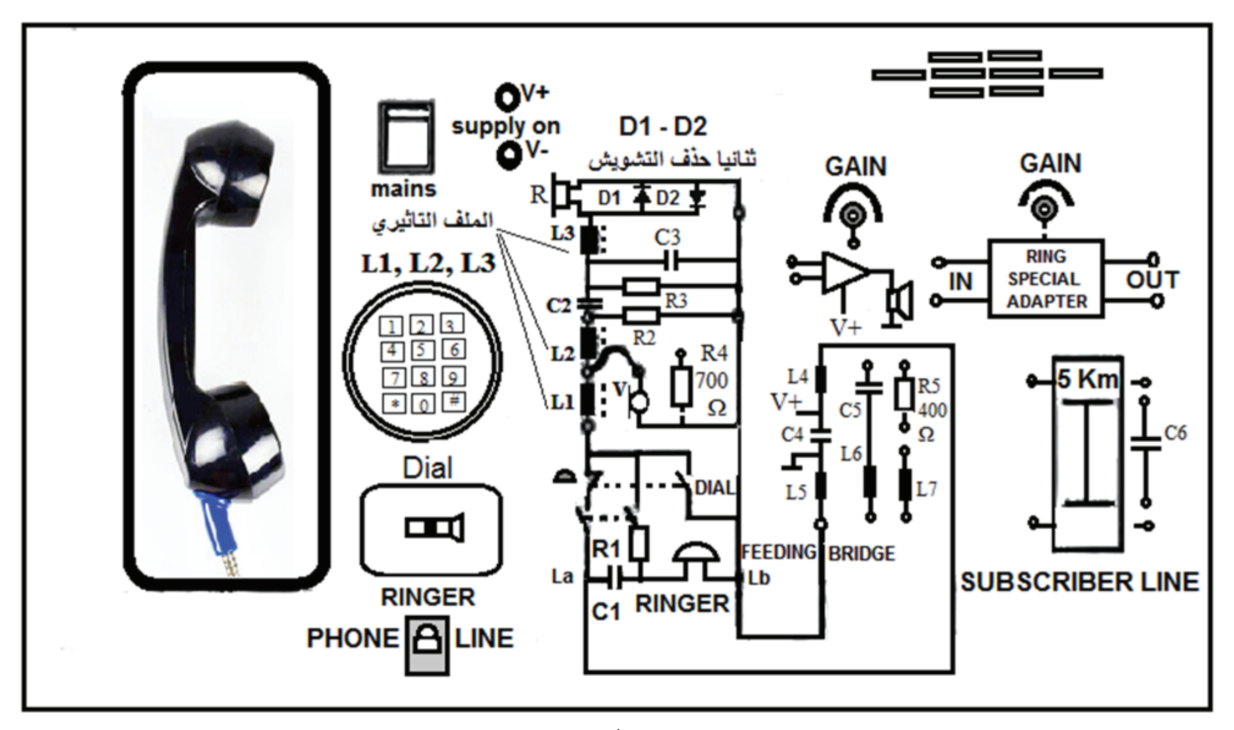
الملف التأثيريّ: عبارة عن محول خاص يتكوّن من ثلاثة ملفّات. وتتلخّص وظيفته الأساسيّة في الآتي:

- تقوية الإشارة الصادرة عن الميكروفون وتوجيهها إلى خط الهاتف، ومنه إلى المقسم، ثمَّ إلى المشترك على الطرف الآخر، والحدّ من مرورها إلى سمَّاعة نفس الجهاز؛ لما يحدثه ذلك من مشاكل وصدى.
- توجيه الإشارات الهاتفيّة المستقبلة إلى سمّاعة الجهاز، ومنعها من التوجه إلى الميكروفون للحفاظ على قوّتها وكفاءتها.
- عزل الفولتيّة المستمرَّة للخطّ عن الوصول إلى وحدة الاستقبال (السَّماعة) حتى لا تسبّب حدوث طنين يشوّش المكالمات.

وقد تخلَّصت معظم الهواتف الحديثة من الملفّ التأثيري، مستعيضةً عنه بداراتٍ إلكترونيَّة أصغر حجماً وأكثر كفاءة.

عندما يرغب شخص ما بإجراء مكالمة هاتفيّة، فإنّه يرفع يد سمّاعة الهاتف (Handset)، فيقوم المفتاح الغطاس بفتح دارة الجرس وإغلاق دارة الكلام. وعندما يبدأ الشخص بالكلام عبر الميكروفون فإنَّ الإشارة الصوتية الصادرة عنه تضخم بالمُضَخّمات لأنّها تكون ضعيفة، ويعمل الملف التأثيريّ في الهاتف على إيصال الإشارة الصوتية إلى خط المشترك، ويمنعها من التوجه للسمّاعة في نفس الجهاز. أمّا في حالة الاستقبال، فيقوم الملف التأثيريّ بتوجيه الإشارة الصوتية الواردة إلى السمّاعة فقط. انظر شكل (8)

تتم حماية السمّاعة بواسطة ثنائيّين لحذف التشويش (Spike Suppressor Diode) موصولين على التوازي مع السمّاعة، وبشكل متعاكس؛ بهدف حذف وإزالة أيّ إشارات تشويش تتداخل مع الخط الهاتفيّ، حيث يقوم الثنائيّان بالتوصيل عندما تتجاوز الفولتية على طرفيهما فولتية انحياز ثنائيّ السيليكون (0.7 V) تقريباً، وبهذه الطريقة تتمّ حماية السمّاعة من إشارات التشويش مع عدم التأثير على إشارات الكلام. انظر شكل (8).



شكل (8): الملف التأثيريّ وثنائيّات الحذف

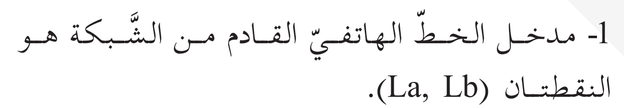


نشاط (2)

بالاستعانة بدليل تعليمات التشغيل، يطلب من الطلبة عمل قائمة بكبسات ومفاتيح جهاز هاتف أرضيّ (من الأجهزة المتوفرة في المشغل)، مبيناً وظيفة كل منها.

نشاط (3) قارن بين الدّارتين التاليتين، شكل (9) وشكل (10) من حيث المكوّنات ووظائفها.

(أ): دارة عمليَّة لجهاز هاتف أرضيّ بسيط



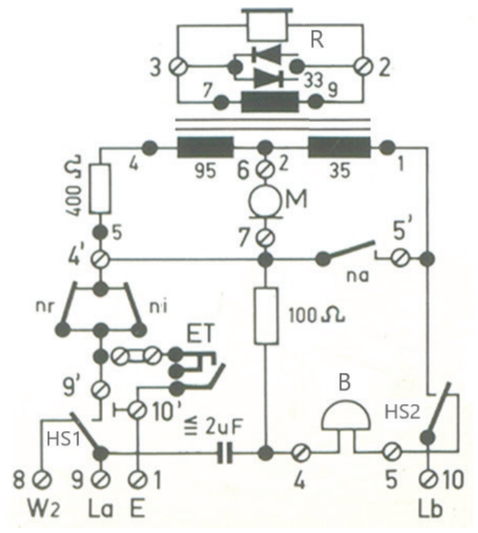
1- مدخل الخطّ الهاتفيّ القادم من الشَّبكة هو النقطتان (La, Lb).



2- الملامسات (HS1, HS2) في الوضعيَّة الاعتياديَّة.

3- عند ورود إشارة التَّنبيه فإنها تتَّخذ المسار La-C-4-B-5-1-10-Lb.

4- عند رفع يد الهاتف (Hand Set) تتحرَّك الملامسات (HS1,HS2) مسبّبةً وصول فولتيَّة المقسم (-48V) إلى دارتي الاستقبال والإرسال في الجهاز، ومسبّبةً تغيير قيمة التيَّار الدوَّار القادم من المقسم.



شكل (9): دارة هاتف أرضي بسيط

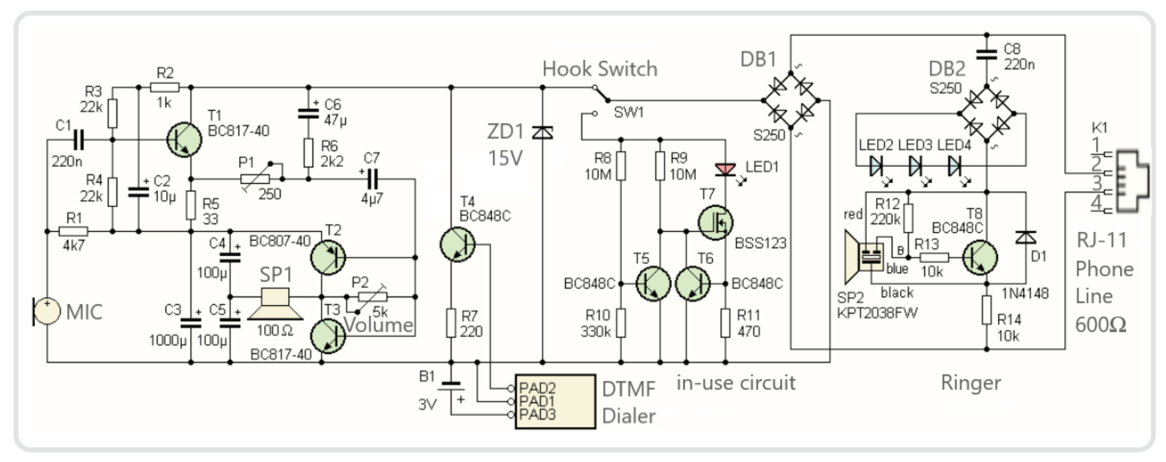
5- يستشعر المقسم هذا التغيّر فيوقف إرسال إشارة الجرس، ويربط الجهاز مع جهاز الطَّرف الآخر، وذلك بإغلاق الملامس na.

6- يعمل المكثّف 2µF على عزل الجرس عن الفولتيَّة المستمرَّة.

7- تمثل ni, nr ملامسات دارة التَّرقيم (بالنَّبضات).

8- يقلّل الثنائيّان المتعاكسان من شدَّة الصَّوت المستقبَل عند ورود نبرات عالية، فيمنعان مرورها إلى السَّمّاعة.

(ب): دارة عمليَّة لجهاز هاتف أرضي حديث



شكل (10): دارة هاتف أرضي حديث



5-8 الموقف التعليميّ التعلميّ الخامس: (للاطّلاع فقط)

استخدام جهاز هاتف مع ذاكرة

وصف الموقف التعليميّ التعلميّ: حضر أحد الزبائن إلى محل يبيع أجهزة هواتف أرضيّة، واشتكى أنه من الصعب عليه حفظ جميع أرقام الهواتف الأرضيّة، وأنه بحاجة إلى هاتف أرضيّ يخزن الأرقام.

العمل الكامل			
خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية	الموارد حسب الموقف الصفي
أجمع البيانات وأحللها	• أجمع بيانات من الزبون عن: • نوع الجهاز المطلوب. • عدد الأرقام التي يخزنها الجهاز. • لون الجهاز. • سعر الجهاز. • أجمع بيانات عن طريقة تخزين الأرقام باستخدام أجهزة هواتف أرضية مختلفة المواصفات.	• العمل في مجموعات. • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: (كتالوج جهاز الهاتف ومواصفاته الفنية، طلب الزبون). • التكنولوجيا: (مواقع إلكترونية تعليمية وفيديوهات تشرح كيفية برمجة أزرار أجهزة هواتف متنوعة حسب مواصفاتها، الشبكة الإلكترونية (الإنترنت)).
أخطط وأقرر	• أصنف البيانات (أنواع الهواتف بذاكرة، طريقة تخزين الأرقام، عدد الأرقام المخزنة، أسعار الأجهزة). • أحدد خطوات العمل: • العدد والأدوات والوثائق التي تلزم في التنفيذ. • قراءة مواصفات الجهاز. • طريقة تخزين الأرقام. • عدد الأرقام التي يخزنها الجهاز. • إعداد جدول وقت التنفيذ. • عرض القرارات على المدرب.	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات. • العصف الذهني.	• الوثائق: المعلومات الفنية الظاهرة على جهاز الهاتف.

أنفذ	• ارتداء ملابس العمل. • الالتزام بقواعد الأمن والسلامة المهنية. • قراءة مواصفات الجهاز. • عرض مواصفات الجهاز على الزبون. • الاتفاق مع الزبون على الجهاز من حيث (عدد الأرقام التي يخزنها الجهاز وكيفية التخزين). • البدء بتخزين الأرقام وفق الجدول الزمني.	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات. • العصف الذهني.	• أجهزة ومعدات: جهاز الهاتف. • التكنولوجيا: الشبكة الإلكترونية (الإنترنت). • الوثائق: أدلة الشركة الصانعة للهواتف.
أتحقق	• أتحقق من: (طريقة تخزين الأرقام، عدد الأرقام المخزنة، اختيار مواصفات الجهاز المناسبة مع طلب الزبون). • أتأكّد من عمل جهاز الهاتف بالشكل الصحيح حسب طلب الزبون.	• حوار ومناقشة. • التعلم التعاوني.	• الوثائق: المعلومات الفنية الظاهرة على جهاز الهاتف الأرضي. • أجهزة ومعدات: جهاز الزبون.
أوثق وأقدم	• أوثق: (أنواع أجهزة الهاتف، طريقة تخزين الأرقام وعدد الأرقام المخزنة بما يحقق المواصفات المطلوبة). • أعرض ما تم إنجازه. • إعداد ملف بالحالة (استخدام جهاز هاتف مع ذاكرة).	• النقاش في مجموعات. • التعلم التعاوني.	• التكنولوجيا: (جهاز عرض LCD، جهاز حاسوب، الإنترنت). قرطاسية، منصة عرض.
أقوم	• رضا الزبون وموافقته على عمل جهاز الهاتف بذاكرة بما ينسجم مع طلبه. • مطابقة الجهاز للمواصفات، والمعايير.	• حوار ومناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: (مواصفات جهاز الهاتف من الشركة الصانعة، طلب الزبون، نماذج التقويم). • التكنولوجيا: (الشبكة الإلكترونية (الإنترنت))

الأسئلة:

1. ما الفائدة من تخزين رقم هاتفيّ طويل بكبسة واحدة؟
2. أمامك جهاز هاتف بذاكرة موضح بشكل (1) أسفل، وحسب ما متوفر في مشغلك، المطلوب منك:

- قراءة مواصفات الجهاز.
- تخزين أرقام هواتف زملائك في المشغل باستخدام الكبسات:
- 7، 9، M3، 5، MI



شكل (1) جهاز هاتف بذاكرة



أتعلَّم:

جهاز هاتف بذاكرة



نشاط

بالنظر إلى أجهزة الهاتف، (شكل 2) أجب عن الآتي:

- هل الكبسات المحاطة بالمربع الأحمر متوفرة في جميع أجهزة الهواتف الأرضيّة؟
- ما فائدة وجود هذه الكبسات؟



شكل (2) أجهزة هاتف بذاكرة

تمثل أجهزة الاتّصال السلكيَّة واللاسلكيَّة ركناً هامّاً في حياتنا العصرية، فهي الطريقة الأسرع للتواصل مع الآخرين، والقيام بالعديد من الواجبات الاجتماعية والأعمال بمختلف تخصصاتها؛ مما يجعلنا لا نستطيع الاستغناء عن وجود هاتف في المنزل والعمل وجميع المؤسسات والمرافق في المجتمع، ومن هنا نبدأ البحث لاقتناء جهاز هاتف بإمكانيات متطوّرة تمتلك العديد من المزايا والخصائص وتنفذها بطريقة متقدمة.

قد لا يتذكر الكثير منا أرقام الهاتف، ويكون من الصعب حفظ الأرقام جميعها، فمن المهم تزويدنا بالهاتف المناسب الَّذي يحتوي على ذاكرة لتخزين الأرقام.

ويمكن برمجة أزرار جهاز الهاتف (حسب نوع الجهاز ومواصفاته) للاتِّصال بالشخص الَّذي نريده بالضغط على رقم واحد (كبسة واحدة) بدلاً من الضغط على جميع الأرقام، وهذا يجعل الاتِّصال أسهل وأسرع.



6-8 الموقف التعليميّ التعلميّ السادس:
استخدام جهاز الهاتف اللاسلكيّ وصيانته

وصـف الموقـف التعليمـيّ التعلمـيّ: حضـر أحـد الزبائـن إلـى ورشـة لصيانـة الأجهـزة الإلكترونيّة وبيعها، ومعه جهاز هاتف لاسلكيّ (Cordless Telephone :CT) اشتراه على عجل من السوق الحرة في المطار. وعند عودته لبيته، حاول تشغيل الجهاز فلم يستطع، وبقي الجهاز لا يرسل ولا يستقبل أيّة مكالمات. طلب الزبون تشغيل الجهاز وإصلاحه إن لزم الأمر.

العمل الكامل			
خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية (استراتيجية التعلم)	الموارد حسب الموقف الصفي
أجمع البيانات وأحللها	• جمع بيانات من الزبون عن: • طبيعة المشاكل التي واجهها في تشغيل الهاتف. • هل تم شحن بطارية الوحدة المتنقلة (Handset) لمدة كافية؟ • هل وُصلت قاعدة الجهاز بمصدر كهربائي 220 فولت؟ • هل وُصلت وحدة القاعدة بمقبس الهاتف؟ • هل تم ضبط اعدادات الجهاز قبل البدء بتشغيله؟ • جمع بيانات عن: • اجهزة الهاتف اللاسلكي. • ضبط اعدادات الهاتف اللاسلكي. • الاعطال الشائعة في جهاز الهاتف اللاسلكي وطرق حلها.	• العصف الذهني (استمطار الافكار). • التعلم التعاوني (العمل في مجموعات). • الحوار والمناقشة.	• الوثائق: (الطلب الخطي للزبون (وصف المهمة)، نماذج توثيق العمل، دليل المستخدم (User Guide) الخاص بالجهاز، كتب علمية متخصصة وحديثة حول اجهزة الهاتف اللاسلكي). • التكنولوجيا: (مواقع إلكترونية تعليمية على الانترنت وفيديوهات عن اجهزة الهاتف اللاسلكي ومكوناتها الاساسية ومراحل عملها وصيانتها).

أخطط وأقرر	• اصنف البيانات عن (استخدام جهاز الهاتف اللاسلكي وصيانته). • احدد خطوات العمل: • مناقشة جميع البيانات التي تم جمعها. • الاتفاق على مراحل تشغيل الجهاز وضبطه. • تحديد المواد والأجهزة اللازمة للعمل. • الاتفاق على مراحل تشغيل وصيانة الجهاز. • إعداد جدول زمني للتنفيذ.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (العمل في مجموعات). • البحث العلمي.	• الوثائق: (نموذج جدولة وقت تنفيذ المهام (خطة العمل)، كتالوجات، نشرات، صور). • التكنولوجيا: (جهاز كمبيوتر).
أنفذ	• اوزّع العدد والمواد والأجهزة على المجموعات • اقوم بإنجاز المهمة والتي تشمل الآتي: 1. اوصّل قاعدة جهاز الهاتف اللاسلكي بابريز كهربائي 220 فولت (Power Outlet). 2. اوصّل قاعدة جهاز الهاتف اللاسلكي بمقبس الهاتف (Phone Jack). 3. افحص بطارية الوحدة المتنقلة (السماعة) واتاكد من انها شحنت لفترة كافية لا تقل عن 7 ساعات. 4. اتفقد مفاتيح الجهاز واتاكد من سلامة عملها. 5. اضبط اعدادات الجهاز بحسب دليل التشغيل. 6. افتح خط واعمل مكالمة داخلية (باستخدام مقسم هاتف فرعي (PBX)، او مكالمة خارجية على المقسم العام (CO). 7. اشغّل جهاز الهاتف اللاسلكي الخاص بالزبون واتاكد من سلامة عمله.	• الحوار والمناقشة. • العصف الذهني (استمطار الافكار). • عمل جماعي تعاوني منظم (مجموعات صغيرة).	• اجهزة ومعدات. • جهاز هاتف لاسلكي (Cordless Telephone). • جهاز هاتف عادي. • جهاز قياس متعدد الاغراض (DMM). • مصدر قدرة كهربائية 220 فولت (Power Outlet). • مقسم هاتف فرعي (PBX). • كتيبات وادلة تشغيل الجهاز. • التكنولوجيا: (مواقع إلكترونية تعليمية على الانترنت وفيديوهات عن اجهزة الهاتف اللاسلكي).
أتحقق	• اتحقق من: (سلامة عمل جميع الكبسات والمفاتيح، ضبط اعدادات الهاتف اللاسلكي بحسب دليل التشغيل). • اتاكد من: (عمل جهاز الهاتف اللاسلكي، قدرة الزبون على استخدام الجهاز).	• الحوار والمناقشة. • العصف الذهني (استمطار الافكار).	• الوثائق: (قائمة التدقيق الخاصة بالتحقق من خطوات العمل، كتالوجات، نشرات، ادلة تشغيل). • التكنولوجيا: (مواقع إلكترونية تعليمية على الانترنت وفيديوهات عن اجهزة الهاتف اللاسلكي).

أوثق وأعرض	• اوثّق نتائج العمل الكامل: (الخّص كل ما تم عمله من البداية إلى النهاية خطيّا على شكل خطوات متسلسلة منطقياً، تسجيل الملاحظات المختلفة على جميع نتائج الفحوصات). • اعرض ما تم انجازه. • اعدّ ملف بالحالة: (استخدام جهاز الهاتف اللاسلكي وصيانته).	• النقاش في مجموعات. • لعب الادوار.	• التكنولوجيا: (أجهزة عرض، جهاز كمبيوتر، الإنترنت). • قرطاسية، منصة عرض.
أقوم	• رضا الزبون عن ضبط الاعدادات وتشغيل الهاتف اللاسلكي الخاص به. • اطابق عمل الجهاز مع المواصفات والمعايير الفنية.	• حوار ومناقشة. • البحث العلمي (ادوات التقويم الاصيل).	• الوثائق: (ورقة العمل الخاصة بالتقييم ومناهج التقييم، منهجيات التقييم المتنوعة، نشرات وادلة تشغيل حول الهاتف اللاسلكي). • التكنولوجيا: (الشبكة الإلكترونية (الإنترنت)).



الأسئلة:

1. فسّر ضرورة توفر مصدر قدرة كهربائيّة 220 فولت (Power Outlet) لتشغيل جهاز الهاتف اللاسلكيّ بينما لا يشترط ذلك لتشغيل الهاتف العاديّ.
2. ما الخطوات الَّتي تقترحها لتشخيص عطلٍ ما في جهاز هاتف لاسلكيّ؟
3. لماذا توفّر أجهزة الهاتف اللا سلكيّة عدد كبير من قنوات الاتّصال بين الوحدة المتنقّلة والقاعدة يصل إلى 40 قناة أو أكثر؟
4. ماذا يستفاد من كبسة النداء (Paging) الموجودة في قاعدة جهاز الهاتف اللاسلكيّ؟
5. اذكر ثلاثة أسباب لحدوث عطل (لا يوجد نغمة حرارة) في جهاز الهاتف اللاسلكيّ؟ اقترح الحل.

نشاط (1)



يطلب من الطلبة عمل بحث موجز عن أهمّ الترددات الَّتي تستخدمها أنظمة الهواتف اللا سلكيّة الحديثة.



أتعلّم:

جهاز الهاتف اللاسلكيّ (Cordless Telephone)



نشاط (2) هل حاولت يوماً فك جهاز هاتف لا سلكيّ؟ هل لاحظت الفوارق الأساسيّة بينه وبين الهاتف العاديّ؟ ولماذا يشترط وصل قاعدته بمصدر الكهرباء حتى يعمل؟

شكل (1): هاتف لاسلكيّ مفكوك

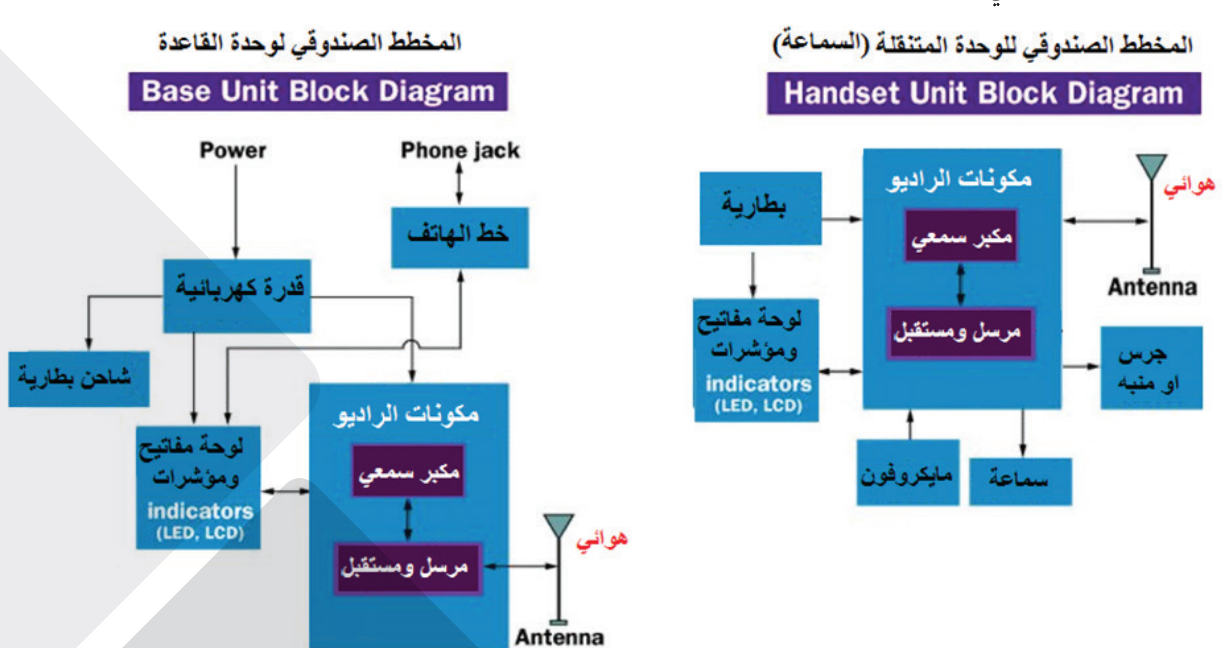
يتكوّن جهاز الهاتف اللاسلكيّ كما هو موضح في شكل (2) من وحدتين أساسيّتين:

- وحدة متنقلّة أو سمّاعة (Handset)، تحتوي على لوحة كبسات ومرسل ومستقبل لاسلكيّين، بالإضافة إلى بطارية للتغذية.
- القاعدة (Base)، وتحتوي أيضاً على مرسل ومستقبل لاسلكيّين، وشاحن لبطارية الوحدة المتنقّلة، وترتبط مع خط المشترك الهاتفيّ المتصل مع المقسم العام (CO). وتزود بتغذية كهربائيّة من مصدر 220 فولت.



شكل (2): هاتف لاسلكيّ

يتم الاتّصال لاسلكيّاً بين الوحدة المتنقّلة والقاعدة. يُبيّن شكل (3) المخطّط الصندوقي للمكوّنات الأساسيّة للوحدة المتنقّلة ووحدة القاعدة.



شكل (3): المخطّط الصندوقي للوحدة المتنقّلة ووحدة القاعدة في الهاتف اللاسلكيّ

التكنولوجيا الرقميّة في أجهزة الهاتف اللاسلكيّة الحديثة

نظراً للعيوب الكثيرة الَّتي عانت منها أجهزة الهواتف اللاسلكيّة التماثليّة (Analogue) قديماً، فقد تمَّ تطوير الأجهزة الحديثة باستخدام الأنظمة الرقميّة (Digital) لتحقيق المزايا الآتية:

- جودة صوت عالية، حيث تمَّ تقليل تأثير التشويش والتداخل إلى حد كبير.
- مناطق تغطية واسعة تصل إلى 50 مترا وأكثر داخل المباني، ومن 100 متر إلى مئات الأمتار خارج المباني بحسب طاقة الإرسال، والتردّد المستخدم في النظام. وتعرّف منطقة التغطية بأنّها المساحة الَّتي تصلها الأمواج الكهرومغناطيسيّة من النظام (الوحدة المتنقّلة والقاعدة)، والتي يمكن فيها إرسال المكالمات واستقبالها بوضوح.
- صعوبة التنصّت على المكالمات بسبب تشفيرها.
- توفير استهلاك الطاقة تلقائيا عندما تُستخدم الوحدة النقالة بالقرب من وحدة القاعدة، مما يزيد من زمن استخدام البطارية قبل أن يلزم إعادة شحنها.

الأمور الواجب مراعاتها عند شراء هاتف لاسلكيّ جديد

تتمتع الهواتف اللاسلكيّة بالعديد من المزايا أهمّها حرية الحركة للمستخدم أثناء إجراء المحادثات الهاتفيّة، وفيما يأتي مجموعة من العوامل الَّتي لا بُدّ من مراعاتها عند شراء هاتف لا سلكيّ جديد، من أهمها:

قاعدة الهاتف اللاسلكيّ (Base Unit)

حيث يوجد نوعان رئيسان من القواعد هما:

أ. قاعدة تحتوي على كبسات، وبعضها قد يحتوي على شاشة صغيرة تمكنك من رؤية رقم المتصل، ومكبر للصوت (Speaker) يمكّنك من الاستماع إلى رسائل الردّ الآليّ، أو إجراء مكالمات عبر مكبر الصوت، ناهيك عن وجود أرقام على القاعدة، تمكّنك من إجراء اتِّصال، ومن ثمَّ تكون لك حريَّة التَّحدُّث مع الطرف الآخر عبر القاعدة أو باستخدام الوحدة المتنقّلة.

ب. قاعدة لا تحتوي على أيّ كبسات أو أزرار، حيث تتواجد جميع الكبسات على الوحدة المتنقِّلة، وفي هذا النموذج، تكون خيارات الاستخدام محدودة. انظر شكل (4)

عدد الوحدات المتنقِّلة

يوجد أكثر من نموذج للوحدات المتنقّلة، فمن الهواتف اللاسلكيّة ما يحتوي على وحدتين متنقّلتين، ومنها ما يحتوي على ثلاث، وصولاً إلى 6 وحدات متنقّلة بحسب حاجة المشترك، ويمكن استخدام هذه هذه الوحدات المتنقّلة في الاتِّصال الداخلي. انظر شكل (4)



شكل (4): هاتف لاسلكيّ بقواعد مختلفة وخمس وحدات متنقّلة

بطّاريات الوحدات المتنقّلة

يأتي 90% من الهواتف اللاسلكيّة الموجودة في الأسواق مع بطاريات تتراوح سعاتها الكهربائيّة لتستمر ما بين 5 إلى 10 ساعات من الاستعمال (الكلام)، قبل أن يستلزم إعادة شحنها.



شكل (5): نوعان من بطاريات الهاتف اللاسلكيّ

يوجد تشكيلة واسعة من بطاريات الهواتف اللاسلكيّة للوحدات المتنقِّلة من بينها بطاريات نيكل- كادميوم (Ni-Cd). أمّا في الأجهزة الحديثة فتستعمل بطارية نيكل-هيدريد فلز (Ni–MH)، حيث تملك هذه البطارية سعة أكبر بمرتين إلى ثلاث مرات من سعة بطارية نيكل- كادميوم. انظر شكل (5)

مدى التَّغطيـــة (Range)

ذكرنا سابقاً اعتماد مدى التَّغطية اللاسلكيَّة على تردُّد الموجات المرسلة وقدرتها. وتعمل معظم الهواتف اللاسلكيَّة الرقميَّة الموجودة في الأسواق على التردُّد (1.9 GHz) ويتراوح مدى تغطيتها ما بين 45 و55 متراً في داخل المباني (وهي كافية لتغطية مساحة منزل كبير) وصولاً إلى أكثر من 100 متر خارج المنزل. وذلك لأنَّ تعدُّد الجدران داخل المباني، وطريقة العزل، كلُّها عوامل تؤثّر على مدى التَّغطية.

ثمَّ اعتمدت الهواتف اللاسلكيَّة الرقميَّة الأحدث التردُّد (2.4 GHz)، وأخيراً ظهرت الهواتف اللاسلكيَّة الرقميَّة التي تعمل على التردُّد (5.8 GHz) ويبلغ مدى تغطيتها خارج المنزل بضعة مئاتٍ من الأمتار بالإضافة إلى تجنُّبها للكثير من التَّداخل الذي قد تتعرَّض له التردُّدات السّابقة.

الهوائيَّات (Antennas)

سابقاً، كان يتم تزويد هوائيّ بارز للوحدة المتنقِّلة وآخر للقاعدة، أمّا في الأجهزة الحديثة فقد أصبحت الهوائيّات داخلية وغير ظاهرة (هل يمكنك تفسير ذلك؟)، أي أنَّ شكل السمّاعة بات يشبه الهواتف المحمولة والخلويّة أكثر.

وقد تزوّد كل وحدة بأكثر من هوائيّ في حال كانت المساحة المطلوب تغطيتها أكبر، حيث إنّ زيادة عدد الهوائيّات يزيد من جودة الاتِّصال.

مزايا أخرى تميّز هاتفاً لاسلكيّاً عن آخر مثل:

- الرد الآلي.
- تحويل المكالمات عبر الوحدات المتنقّلة في حال وجود أكثر من وحدة متنقّلة.
- استخدام الوحدات المتنقّلة كوسيلة اتّصال داخلي من وحدة متنقّلة إلى أخرى في داخل البيت.
- حظر بعض الأرقام من الاتّصال بك (Call Blocking).
- إمكانيّة تخزين عدد كبير من الأرقام والأسماء في ذاكرة الجهاز.
- "ربط إلى الخلية": وهي خاصية تجعل بالإمكان إجراء المكالمات الهاتفيّة الخلويّة واستقبالها من خلال الوحدات المتنقّلة المتعدّدة لهاتف المنزل اللاسلكيّ بواسطة البلوتوث الموجود في الهواتف الحديثة.

ملاحظة هامة: عند شرائك لجهاز هاتف لاسلكيّ جديد، احرص على طلب دليل المستخدم الخاص بالجهاز؛ لتسهيل تشغيل الجهاز وتفعيل المزايا الخاصّة به، بالإضافة إلى تسهيل تتبع الأعطال وإصلاحها.

أعطال شائعة في نظام الهاتف اللاسلكيّ

سنذكر فيما يأتي بعض الأعطال الشائعة في نظام الهاتف اللا سلكيّ، وسنوردها على شكل أسئلة تتردّد كثيراً ومن أهمّها:

السؤال	السبب/ الحل
لماذا يتم عرض العلامة ⚟؟	• الوحدة المتنقّلة (السمّاعة) بعيدة عن القاعدة أكثر مما ينبغي. • قم بتقريبها منه. • محول التيار المتردّد الخاص بالقاعدة غير موصول بشكل صحيح. • أعد توصيل محول التيار المتردّد. • الوحدة المتنقّلة غير مسجلة على القاعدة. • قم بتسجيلها.
لماذا لا يمكنني إجراء مكالمات؟	• قد يكون تمَّ ضبط وضع الاتّصال بصورة غير صحيحة. • قم بإعادة الضبط.
ماذا ينبغي أن أفعل عندما لا يتم تشغيل الوحدة المتنقّلة؟	• تأكّد من تركيب البطاريات بصورة صحيحة. • اشحن البطاريات بالكامل. • قم بتنظيف ملامسات الشحن واشحن مرة أخرى.

كم تبلغ المدة التشغيلية للبطاريات؟	• يعتمد على نوع البطارية المستخدمة، فعند استعمال بطارية من نوع (Ni–MH) مشحونة بالكامل في وضع الاستعمال المستمرّ: حد أقصى 12 ساعة، أمّا عند عدم الاستعمال (وضع الاستعداد): حد أقصى 150 ساعة. • الأداء الفعلي للبطارية يعتمد على الاستعمال والبيئة المحيطة.
متى ينبغي أن أستبدل البطاريات؟	• إذا تمَّ شحن البطاريات بالكامل حتى تظهر العلامة ▮▮▮، لكن بعد إجراء عدة اتّصالات تظهر العلامة ▯، استبدل البطاريات بأخرى جديدة.
ما رقم التعريف الشخصي PIN؟	• هو رقم مكون من أربع خانات، يجب إدخاله لتغيير بعض إعدادات القاعدة؟ في كثير من الأجهزة يكون رقم PIN المبدئي هو "0000".
كيف أعرض معلومات المتصل (رقمه، واسمه، ...)؟	يجب الاشتراك في خدمة تعريف المتصل.ID اتصل بمزود الخدمة أو شركة الاتّصالات لمعرفة التفاصيل.
ماذا أفعل عند سماع تشويش أو تذبذب في الصوت؟	• أنت تستعمل الوحدة المتنقِّلة في منطقة يوجد بها تداخل وتشويش كهربائيّ مرتفع. قم بتغيير مكان القاعدة، واستخدم الوحدة المتنقِّلة بعيداً عن مصادر التشويش. • اقترب من القاعدة. • إذا كنت تستعمل خدمة (ADSL)، يوصى باستخدام مُرَشّح (ADSL) بين القاعدة ومقبس خط الهاتف.

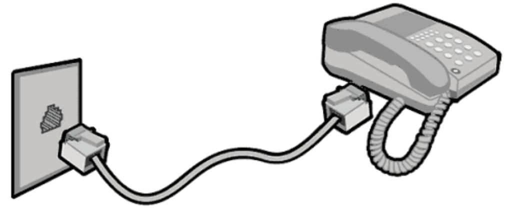


نشاط (3)

يُطلب من الطَّلبة عمل بحث عن المعايير العالميَّة للهاتف اللاسلكيّ الرقميّ المحسَّن (DECT) وتحديثاتها اللاحقة.

7-8 الموقف التعليميّ التعلميّ السابع:

عمل توصيلات جهاز الهاتف



وصف الموقف التعليميّ التعلميّ: حضر أحد الزبائن إلى محل بيع وصيانة أجهزة هواتف أرضيّة وطلب من صاحب المحل عمل كابل للهاتف يصل بين هاتفه ومقبس الهاتف بطول 3 متر.

العمل الكامل			
خطوات العمل	**وصف الموقف الصفي**	**المنهجية**	**الموارد حسب الموقف الصفي**
أجمع البيانات وأحللها	• أجمع بيانات من الزبون عن: • عدد المقابس المتوفرة في المنزل. • المسافة بين المقبس وجهاز الهاتف المطلوب تشغيله. • هل يستخدم مرشح DSL؟ • اشتكى الزبون من وجود مقبس للهاتف في غرفة واحدة وكان بحاجة لتوصيل خدمة الهاتف لأحد الغرف الغير متوفر فيها المقبس. • أجمع بيانات عن: • شكل مقبس الهاتف. • أنواع النهايات الطرفية RJ. • أنواع الراسية (النهاية الطرفية) لكابل الهاتف. • أنواع مكابس النهايات الطرفية لجهاز الهاتف.	• العمل في مجموعات. • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: (طلب الزبون، كتالوج جهاز الهاتف ومواصفاته الفنية). • التكنولوجيا: (مواقع إلكترونية تعليمية وفيديوهات أنواع النهايات الطرفية RJ، أنواع مكابس النهايات الطرفية لجهاز الهاتف، الشبكة الإلكترونية (الإنترنت)).

أخطط وأقرر	• أصنف البيانات (شكل مقبس الهاتف، نوع النهاية الطرفية لكابل الهاتف، حسب ما هو متوفر في السوق، طول الكابل، أنواع مكابس النهايات الطرفية لجهاز الهاتف). • أحدد خطوات العمل: • العدد والأدوات والوثائق التي تلزم في التنفيذ. • شكل مقبس الهاتف المستخدم. • نوع النهاية الطرفية RJ المستخدمة. • نوع المكبس المستخدم. • كيفية استخدام مرشح DSL. • كيفية تجهيز كابل الهاتف. • فحص كابل الهاتف. • إعداد جدول وقت التنفيذ. • عرض القرارات على المدرب.	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات.	الوثائق: • مواصفات جهاز الهاتف. • مواصفات مقبس الهاتف. • مواصفات النهايات الطرفية RJ.
أنفذ	• ارتداء ملابس العمل. • الالتزام بقواعد الأمن والسلامة المهنية. • تجهيز العدة اللازمة لعمل الوصلة. • قص كابل الهاتف حسب ما تم الاتفاق مع الزبون. • تجهيز نوع النهايات الطرفية للكابل. • كبس النهايات الطرفية للكابل باستخدام المكبس. • البدء بعمل الوصلة الهاتفية وفق الجدول الزمني وإخراجه بالصورة النهائية.	• الحوار والمناقشة. • العمل في مجموعات. • العصف الذهني.	أجهزة ومعدات: • ساعة رقمية (DMM). • جهاز الهاتف. • مقبس هاتف. • الراسية RJ (النهايات الطرفية). • كابل هاتف. • مكبس النهايات الطرفية RJ. • مرشح DSL. • التكنولوجيا: الشبكة الإلكترونية (الإنترنت).
أتحقق	• أتحقق من: (طول الكابل المطلوب، تجهيز النهايات الطرفية للكابل بالشكل الصحيح). • أتأكد من فحص الكابل وانه يعمل بالشكل الصحيح حسب طلب الزبون.	• حوار ومناقشة. • التعلم التعاوني.	الوثائق: (مواصفات مقبس الهاتف، مواصفات النهايات الطرفية للكابل). • أجهزة ومعدات:ساعة رقمية DMM. • التكنولوجيا: الشبكة الإلكترونية (الإنترنت).

أوثق وأقدم	• أوثق: (أنواع مقابس الهاتف والراسيات RJ، طريقة كيفية تجهيز النهايات الطرفية لكابل الهاتف بما يحقق المواصفات المطلوبة). • أعرض ما تم إنجازه. • إعداد ملف بالحالة (عمل توصيلات جهاز الهاتف).	• النقاش في مجموعات. • التعلم التعاوني.	• التكنولوجيا: (جهاز عرض LCD، جهاز حاسوب، الإنترنت). • قرطاسية، منصة عرض.
أقوم	• رضا الزبون وموافقته على طول الكابل بما ينسجم مع طلبه. • مطابقة كابل الهاتف للمواصفات، والمعايير.	• حوار ومناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: (مواصفات كابل الهاتف من الشركة الصانعة، طلب الزبون، نماذج التقويم). • التكنولوجيا: (الشبكة الإلكترونية (الإنترنت)).

الأسئلة:

1. بالنظر إلى شكل (1):
   - ما الفرق بين النهايات الطرفية لصورة رقم1 ورقم 2؟
   - متى يتم استخدام أيّ منهما؟
2. اذكر أنواع مكابس النهايات الطرفية للكوابل الهاتفيّة؟
3. كم عدد الأزواج النحاسية للكوابل الهاتفيّة المستخدمة؟
4. بالنظر لكابل الهاتف الموضّح في شكل (2)، المطلوب:
   - تجهيز الكابل بنفس المواصفات المبيّنة بطول 5 متر.



شكل (1)

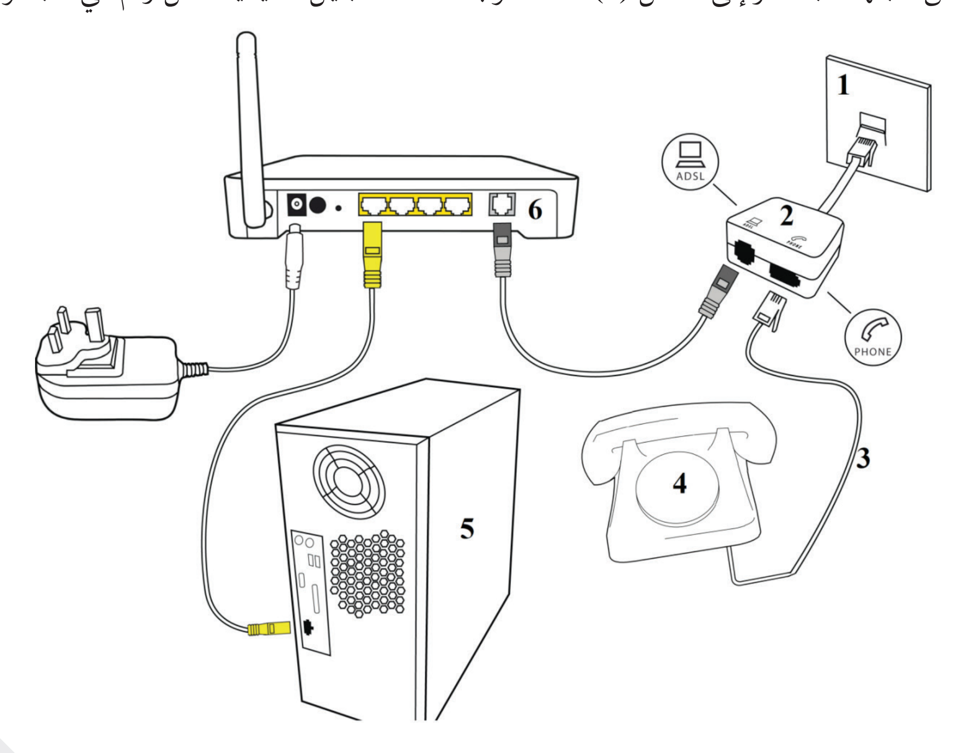

شكل (2)



أتعلَّم:

توصيلات جهاز الهاتف

نشاط (1) إن توصيل خدمة الهاتف يقع على عاتق شركة الاتِّصالات المحلِّيّة، حيث إنّها توصل خط الهاتف إلى المنزل، ولكن عمل توصيلات جهاز الهاتف داخل المنزل (مقبس الهاتف، المُرَشّح، تجهيز النهايات الطرفية) هو وبكل بساطة عمل نستطيع أن نقوم به، باستخدام أدوات بسيطة، وبذل القليل من الجهد. بالنظر إلى شكل (3)، المطلوب منك تسجيل ما يعيِّنة كل رقم في الجدول.



شكل (3) توصيلات جهاز الهاتف داخل المنزل

.1	
.2	
.3	
.4	
.5	
.6	

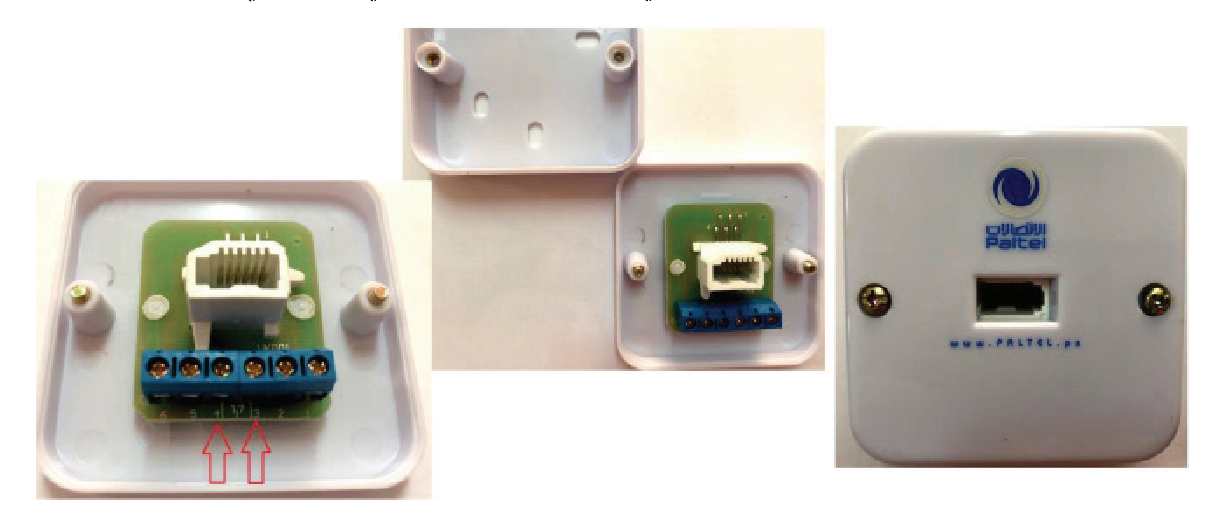
مقبس الهاتف (Telephone Jack):

إن مقبس الهاتف (إبريز الهاتف) هو الواجهة الخارجيّة الأخيرة لشبكة الهاتف بشكل عام، ويمثل المقبس نوعاً من الموصل يستخدم لتوصيل أسلاك الهاتف داخل المبنى بشبكة الهاتف لينشئ اتِّصالاً بها. عادة ما يثبّت على الحائط، ويختلف معيار المقابس الهاتفيّة من بلد إلى آخر، يوضح الشكل (4) بعض أشكال المقابس الهاتفيّة.



شكل (4) أشكال مختلفة للمقابس الهاتفيّة

ولذلك يجب التعرف على المبادئ الأساسيّة لنظام السلكين في نظام الشبكة الهاتفيّة، حيث إنّ المنازل الحديثة وبشكل اعتيادي تستخدم نظام السلكين. يُبيِّن شكل (5) محتوى مقبس الهاتف (الإبريز) في المنزل الَّذي تستخدمه شركة الاتِّصالات الفلسطينيّة، حيث إنه في نظام السلكين يتم توصيل السلك الأوَّل القادم من شبكة الهاتف الخارجيّة إلى برغي رقم 3، والسلك الثاني إلى برغي رقم 4.



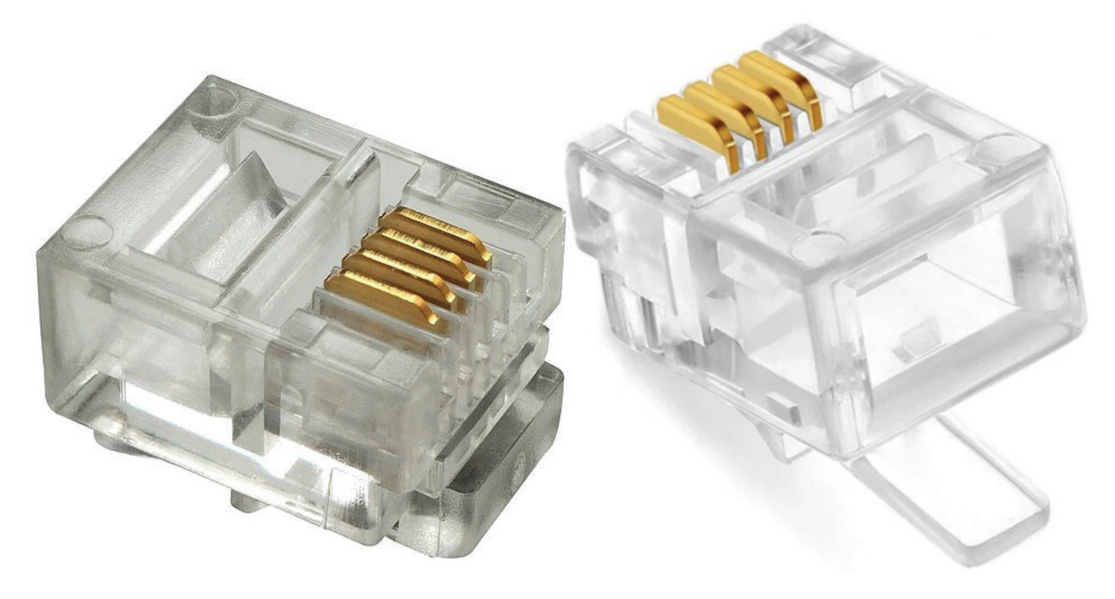
شكل (5) تركيب مقبس الهاتف

نشاط (2)

ما الفرق بين وصلة RJ11 و RJ12؟

النهاية الطرفية (Registered Jack Connector) (RJ):

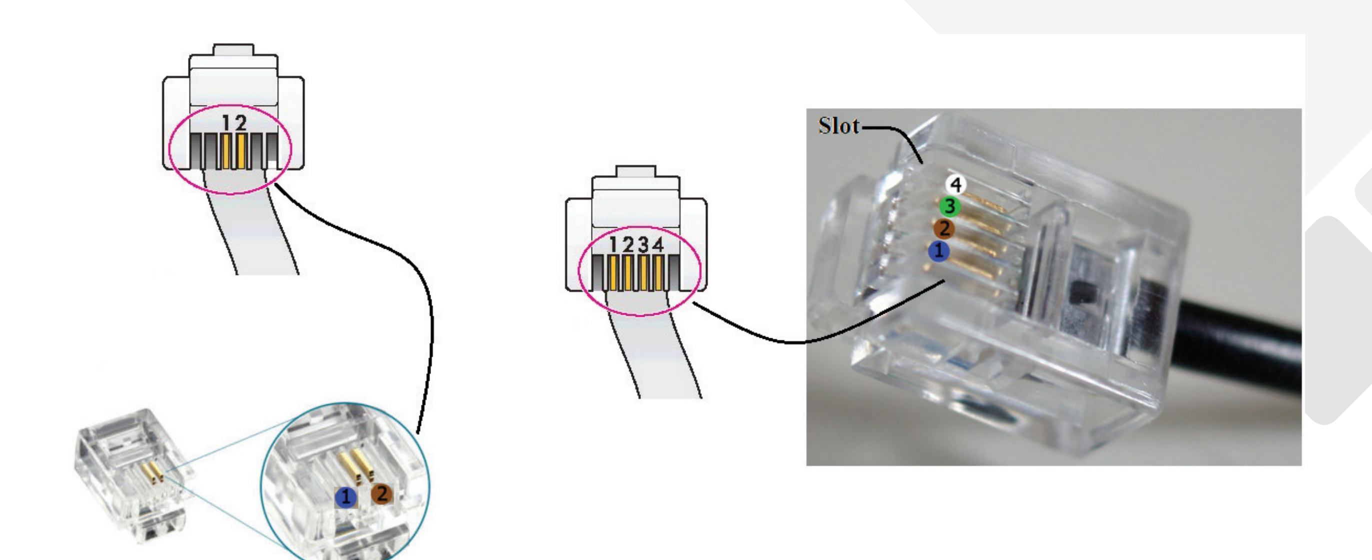
وهي عبارة عن قطعة بلاستيكيّة صغيرة، يتم إدخال الشعيرات النحاسية لسلك الهاتف إليها، على أن يحافظ على ترتيب الألوان في جميع الأسلاك الداخليّة لشبكة الهاتف المنزلية، أن النهاية الطرفية (RJ) تكون بأنماط مختلفة، ولكن أشهرها هو النوع الَّذي يحمل اسم النهاية الطرفية (RJ11) كما في الشكل (6).



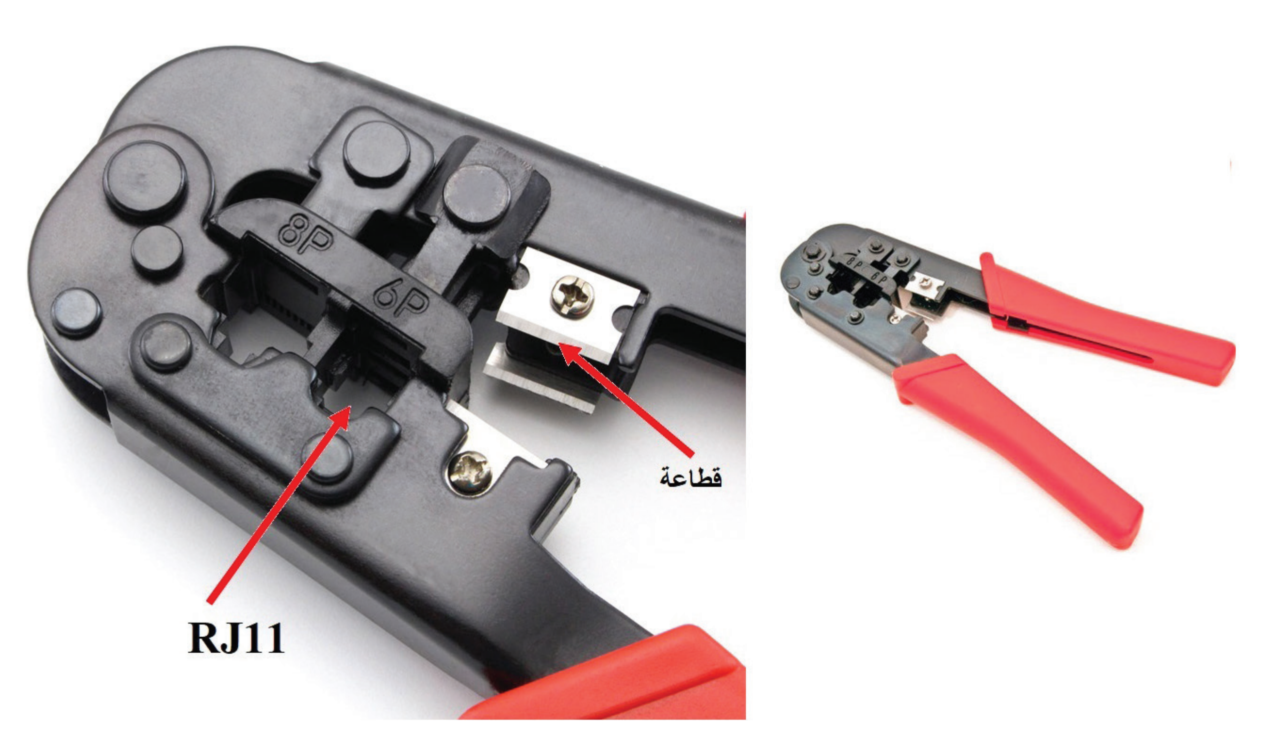
شكل (6) النهاية الطرفية (RJ11)

ويُبيِّن الشكل (7) النهاية الطرفيّة (RJ11) تحوي ست فتحات (Slots) بأربع وصلات نحاسية داخلية، ومنها يكون بوصلتان نحاسيتان. تستخدم بشكل شائع لعمل وصلات جهاز الهاتف. وفي العادة يتم استخدام زوج من الأسلاك النحاسية فقط، بحيث يتم كبسهما إلى الوصلتين الثانية والثالثة (لاحظ شكل 7) باستخدام مكبس خاص يعرف بـ (Crimping Tool)، شكل (8) يوضح المكبس الخاص بالنهايات الطرفية RJ.

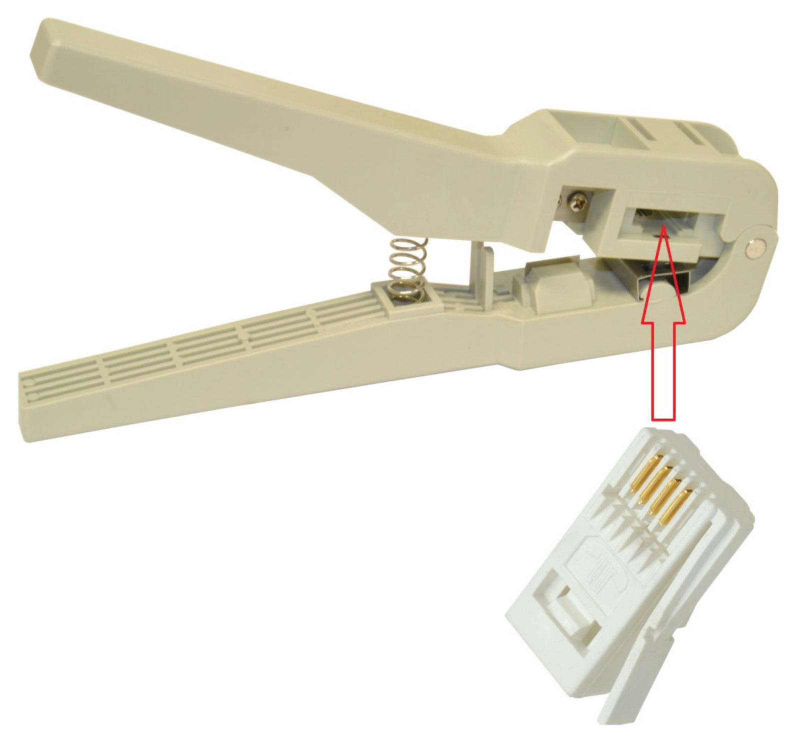
يوجد أنواع مختلفة للمكابس المستخدمة لعمل النهايات الطرفية للكوابل الهاتفيّة، شكل (9) يُبيِّن نوع آخر يستخدم لكبس النهايات الطرفية (BT Plug) الموضحة بشكل 9.



شكل (7) تركيب النهاية الطرفية (RJ11)



شكل (8) مكبس النهاية الطرفية RJ



شكل (9) مكبس النهاية الطرفية BT Plug

مُرَشّح (DSL Filter or Splitter):



شكل (10) مُرَشّح DSL

يعمل المُرَشّح على فصل التردّدات العالية الَّتي تعمل بها أجهزة تقدم خدمات (DSL) مثل الإنترنت عن التردّدات المنخفضة الَّتي يعمل بها الهاتف الأرضيّ، بحيث لا تتداخل بعضها مع بعض، شكل (10) يوضح أحد أنواع المُرَشّحات المستخدمة.

تجهيز الرأسيّات (النهايات الطرفية) لجهاز الهاتف الأرضي:

لكبس النهايات الطرفية لكابل الهاتف الموضح بالشكل (11 - أ)، أو الكابل الواصل بين يد الهاتف (Handset) وجهاز الهاتف (Coiled cord) الموضح بالشكل (11 – ب) نحتاج لمكبس النهايات الطرفية (RJ) الخاص بالهاتف الأرضيّ، وعرّاية لتعرية كابل الهاتف.

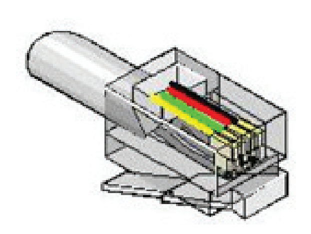


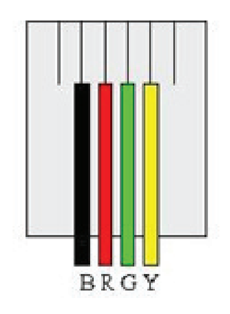
شكل (11 – أ) كابل الهاتف



شكل (11 – ب) Coiled cord

معظم أسلاك الهاتف هي واحدة أو أكثر من أزواج الأسلاك النحاسية، ولكن معظم الأسلاك المنزلية تحتوي على أربعة أسلاك (زوجين نحاسيين) تتكوّن من أسلاك عادةً حمراء وخضراء، والتي تُكون الزوج الأول، والأسلاك الصفراء والسوداء تُكون الزوج الآخر، انظر شكل (12). ولتوصيل خط هاتف واحد لا يتطلب الأمر سوى سلكين لتوصيل الهاتف.



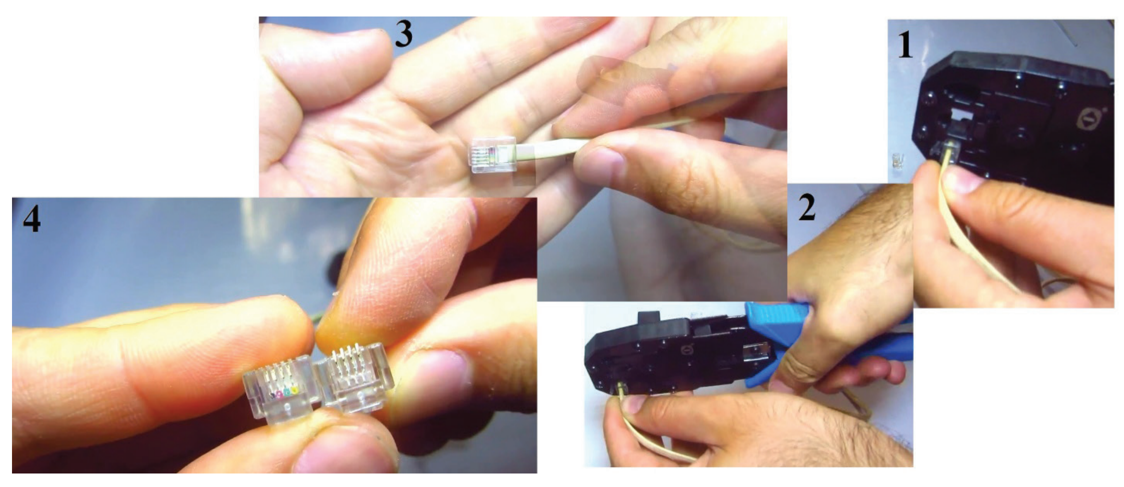




شكل (12) أسلاك خط الهاتف

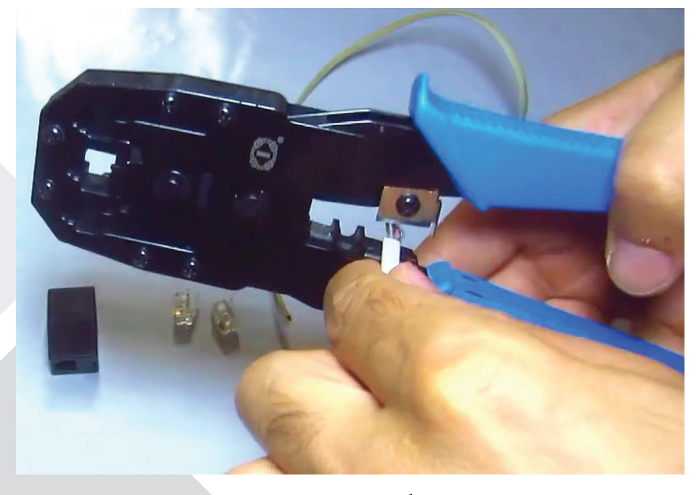
ولتجهيز النهاية الطرفية لجهاز الهاتف الأرضيّ نقوم باتباع الخطوات الآتية:

1. إزالة الغطاء الخارجي لكابل الهاتف، ويجب الحرص على عدم قطع الأسلاك الداخليّة للكابل، انظر شكل (13 – أ).



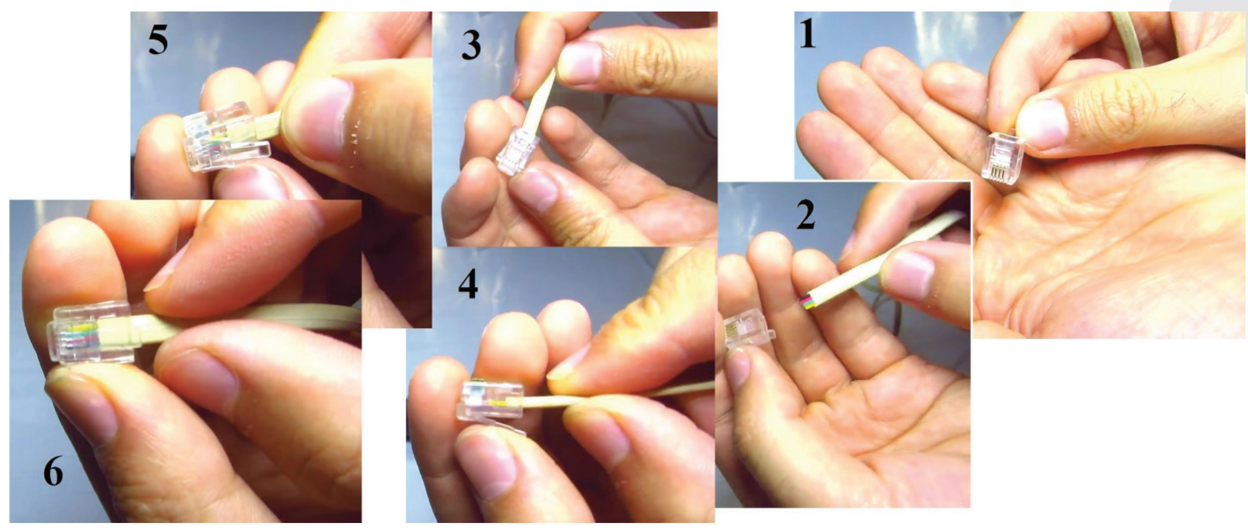
شكل (13 – أ)

2. تقليم أيّ أسلاك زائدة أو بارزة من خلال قطاعة المكبس، انظر شكل (13 – ب).



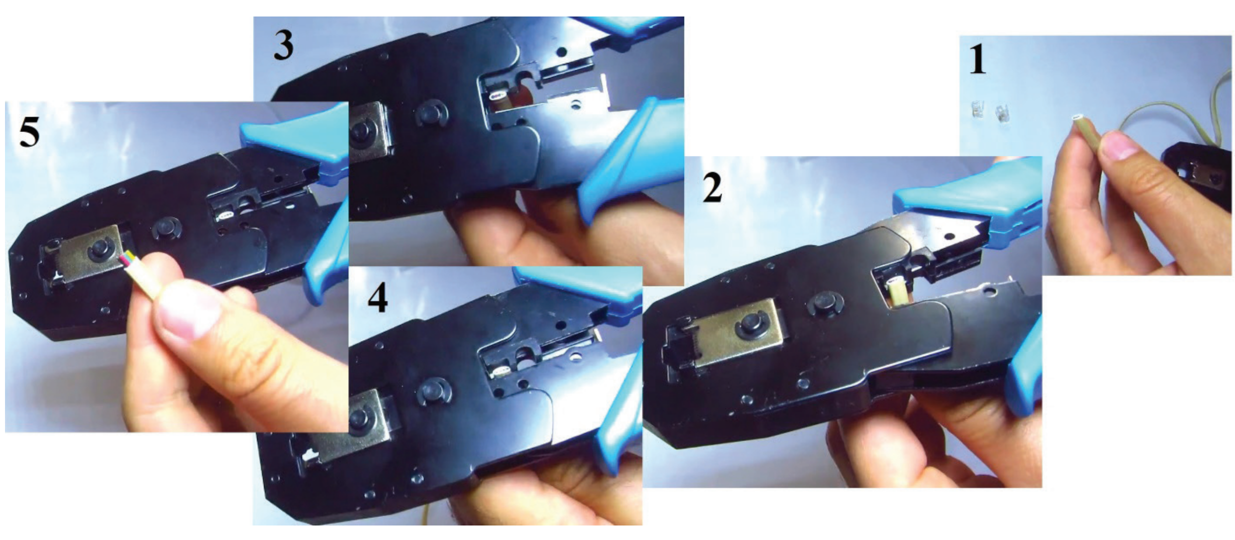
شكل (13 – ب)

3. دفع أزواج كابل الهاتف في الفتحات الصحيحة (Slots) للرأسية RJ. تعتمد الألوان السلكيّة على ما إذا كان لديك كابل هاتف حديث أو قديم. أدخل السلك الأسود في الفتحة رقم واحد. ضع السلك الأحمر، في الفتحة الثانية. وضع السلك الأخضر في الفتحة الثالثة. وضع السلك الأصفر في الفتحة الرابعة. ادفع كل سلك في فتحته إلى أقصى حد ممكن إلى أن تصبح جميع الأسلاك الأربعة في مكانها الصحيح، كما هو مبين في شكل (13 – ج).



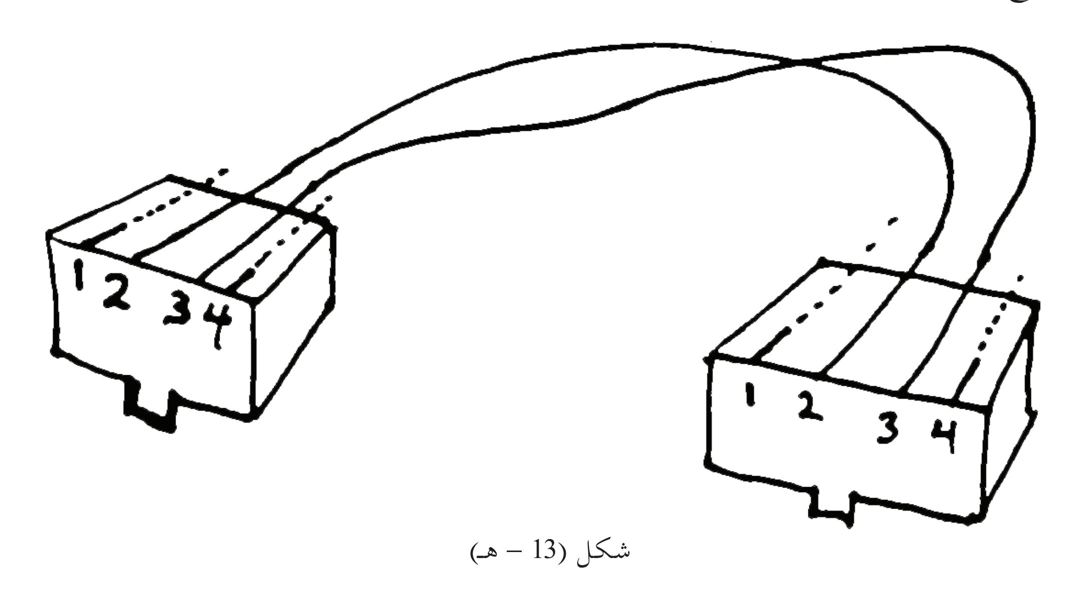
شكل (13 – ج)

4. مسك مكبس النهاية الطرفية RJ-11 في يد واحدة، ومن ثمَّ إدخال النهاية الطرفية (RJ) (بعد التأكّد من عدم سقوط أيّ سلك من أسلاك الهاتف من فتحات (RJ) في مكانها المخصص للمكبس، ومن ثمَّ الضغط على مقبض المكبس بقوة؛ ليقوم بدفع الأسلاك النحاسية داخل الفتحات الموجود بها موصل يقبض على الأسلاك الداخلة فيه، كما هو موضح في شكل (13 – د).



شكل (13 – د)

5. تجهيز النهاية الطرفية (RJ) للطرف الثاني لكابل الهاتف بنفس ترتيب النهاية الطرفية للطرف الأوَّل كما هو موضح بالشكل (13 - هـ).



شكل (13 – هـ)

نشاط (3)

تتبَّع توصيلات الشَّبكة الهاتفيَّة في مشغلك أو مدرستك، وقم بعمل التوصيلات اللازمة.

أســــئلة الوحـدة

السؤال الأول: ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1. أيّ من الآتية يستخدم لوصل جهاز الهاتف بالشبكة الهاتفيّة؟			
أ. الميكروفون.	ب. المفتاح الغطاس.	ج. وحدة الجرس.	د. الملف التأثيريّ.
2. ما القيمة التقريبيّة للتيار المباشر الّذي يحمله خطّنا الهاتفيّ؟			
أ. 40 mA	ب. 40 µA	ج. 400 mA	د. 4 A
3. أي من الآتية يعمل على فصل التردّدات العالية الّتي تعمل بها أجهزة تقدم خدمات (DSL) عن التردّدات المنخفضة الّتي يعمل بها الهاتف الأرضي؟			
أ. وصلة RJ	ب. مقبس الهاتف	ج. RJ Cable	د. مُرَشّح DSL
4. ما فائدة ثنائيّي الحذف في جهاز الهاتف؟			
أ. حماية الميكروفون.	ب. حماية المُضَخّم.	ج. حماية السمّاعة.	د. حماية دارة التنظيم.
5. ما الميزة الأساسيّة لاستخدام جهاز الهاتف اللا سلكيّ ؟			
أ. حرية الحركة للمتحدث.	ب. الردّ الآليّ.	ج. تخزين أرقام الهواتف.	د. إظهار معلومات المتصل.
6. في أيّ واحدة من الآتية تتوقع أن يكون الخلل عندما تسمع صوتك أثناء إجراء مكالمة؟			
أ. السمّاعة.	ب. المُضَخّم.	ج. الميكروفون.	د. الملف التأثيريّ.
7. على ماذا تعتمد منطقة التغطية لنظام الهاتف اللا سلكيّ ؟			
أ. قدرة البثّ وتردُّد الصوت.	ب. البطّارية وتردُّد الصوت.	ج. قدرة البثّ وتردُّد النظام.	د. عدد قنوات النّظام.

السؤال الثاني:

- كيف تفسّر عدم عمل إحدى السماعات في هاتف ما بالرغم من أن قياس مقاومة ملفّها تعطي قيمة معقولة؟
- ما الحل لمشكلة عدم القدرة على استعمال جهاز الهاتف اللا سلكيّ عند انقطاع التيار الكهربائيّ عن المنزل؟
- ما العطل الّذي يسبِّبه انقطاع أحد أسلاك سمّاعة الهاتف (Handset)؟ وكيف يمكن إصلاحه؟

السؤال الثالث:

قارن بين جهاز الهاتف اللاسلكيّ وجهاز الهاتف العاديّ من حيث: حرية الحركة، والتغذية الكهربائيّة، والتردّدات المستخدمة.

السؤال الرابع:

- ما فائدة الميكروفون الداخليّ في الهاتف؟
- ما فائدة وجود أجهزة هواتف أرضيّة تُخزن أرقام هواتفنا؟
- اذكر ثلاثة أسباب لوجود تشويش أثناء الحديث باستخدام الهاتف اللاسلكيّ. اقترح الحل.

السؤال الخامس:

- كيف يتعرف مقسم الشبكة الهاتفيّة على رقم الهاتف المطلوب؟
- كيف يتم تشغيل وحدة التنبيه (الجرس) في جهاز الهاتف؟

المشروع:

عمل جرس (منبه) ضوئي يفيد ذوي الاحتياجات الخاصّة من الصم، أو أيّ شخص يسبب له صوت الجرس إزعاجاً وأذى. على أن يتضمن المشروع تنفيذ الآتي:

- شرح موجز عن عمل الدارة.
- مخطّط الدارة الإلكترونيّة.
- التنفيذ العمليّ للدّارة وتجريبها.

المراجـــــــع

أوّلاً- المراجع العربيــة

1. أساسـيّات الاتّصـالات – المؤسسـة العامّـة للتدريـب المهنـي والتقنـي – الإدارة العامّـة لتصميـم وتطويـر المناهـج – المملكـة العربيـة السـعودية.
2. أساسيّات الاتّصالات اللا سلكيّة – المؤسسة العامّة للتدريب المهني والتقني – الإدارة العامّة لتصميم وتطوير المناهـج – المملكـة العربيـة السعودية.
3. إلكترونيّات الاتّصالات – المؤسسة العامّة للتدريب المهني والتقني – الإدارة العامّة لتصميم وتطوير المناهـج – المملكـة العربيـة السـعودية.
4. الاتّصالات اللا سلكيّة – الصف الثاني الثانويّ المهني الصناعيّ – لمهنتي الإلكترونيّات والاتّصالات – 2014 – الجمهورية العربيـة السـورية.
5. الاتّصالات – الصف الأوّل الثانويّ – الجزء الثاني – دولة فلسطين – مجموعة من المؤلفين
6. الراديو والتلفزيون - الصف الأوّل الثانويّ – الجزء الثاني – دولة فلسطين – حسام قصراوي ومجموعة من المؤلفين.
7. تركيب وصيانة الأنظمة الصوتية - المشروع البلجيكي - دعم التدريب المهني والتقني في فلسطين 2012 – عامر الششتري وصلاح الدين الحاج أحمد.
8. أساسيّات الهاتف والمقاسم الرقميّة – عملي - الكليات التقنية - المملكة العربية السعودية.
9. علم الصناعة- الاتّصالات- (الصف الثاني الثانويّ الفرع الصناعيّ)، م. احمد عبد الرحمن، م.عثمان السويطي، م.محمود العبادي، م.علي عيسى – الأردن.
10. الاتّصالات السلكيّة – م. سوزان الجمال، محمود يونس، م. معتصم الشديدي- وزارة التربية في الجمهورية العربية السورية.
11. الدارات الإلكترونيّة العمليّة للهواتف، ترجمة وإعداد المهندس عماد الكردي- حلب- سوريا.
12. أساسيّات الهاتف والمقاسم الرقميّة – المؤسسة العامّة للتدريب المهني والتقني – المملكلة العربية السعودية.
13. أساسيّات الشبكة الهاتفيّة - إعداد: م.ربيع أبو شملة – تدقيق فنّيّ: م.إيمان كتانة، م.ساهر اعمر- المشروع البلجيكي، وزارة التربية والتعليم العالي.
14. مقدمة في أساسيّات الهاتف، م.محمد عبد القادر محمد عمر، Email: EngMK83@Yahoo.com.

ثانياً- المراجع الأجنبيـــة

1. Basic Communication Electronics – Analog Electronic Devices And Circuits –By: Jack Hudson And Jerry Luecke
2. P Lathi Modern Digital and Analog B.P. Lathi، Modern Digital and Analog Communication Systems، 3rd ed.، Oxford University Press، 1998
3. Communication Systems Engineering، John G. Proakis. Masoud Salehi، Second Edition 2002
4. ANALOG COMMUNICATION TECHNIQUES، Ashima Rout، Jyotirekha Das، Rashmita Sethy
5. Analog Communication، Tutorials Point، Copyright 2016 by Tutorials Point (I) Pvt. Ltd.
6. S Haykin & M Moher Communication S. Haykin & M. Moher، Communication Systems، 5th ed.، International Student Version، Wiley، 2009
7. Phone Troubleshooting Quick Guide، AT&T
8. The Telephone Network - UT Dallas
9. Consumerís Guide To Buying a Business Telephone System
10. Principles of Mobile Communication Second Edition- Gordon L. Stüber Georgia Institute of Technology Atlanta، Georgia USA
11. Basic Concepts Of Telecommunication[Part 1]، Prepared By: Tilak De Silva – Expert Assisted By: Chandima Ranasinghe، 25.11.2005
12. Understanding Cable Telephony، Author/ Senior Editor Tom Szumny، © 2001 ARRIS. All rights reserved
13. Introduction to Voice and Telephone Technology، Session 401، Cisco Systems Confidential
14. Voice Network Signaling and Control، Contacts & Feedback | Help | Site Map © 2007 – 2008 Cisco Systems، Inc. All rights reserved. Terms & Conditions | Privacy Statement | Cookie Policy | Trademarks of Cisco Systems، Inc. Updated: Dec 04، 2008 Document ID: 14007.
15. Public Switched Telephone Network (PSTN)، UPMC/ PUF - M2 Networks - PTEL course
16. Antenna Theory Analysis And Design، Constantine A. Balanis، 3rd Edition، John Wiley & Sons Inc.، New Jersey، 2005
17. Fundementals of applied electromagnetics، 7th Edition، Fawwaz T. Ulabi & Amberto Ravaioli، Pearson Eductaion Ltd.، England، 2015.
18. Electromagnetic Field Theory، BO THIDÉ، UPSILON BOOKS، Uppsala University، Sweden، 2004.
19. Open Journal of Antennas and Propagation، 2014، 2، 1-8

ثالثاً- المواقع الإلكترونيّــة

1. http:// www.physics-and-radio-electronics.com/ blog/ analog-communication-introduction/
2. https://www.tutorialspoint.com/analog_communication/analog_communication_introduction.htm
3. https://www.youtube.com/ watch?v=VFbABtDcZDE&list=PLNEqvET0cb64T1v3SrANLP5zC8OQpjXBI
4. https:// www.youtube.com/ watch?v=e-LaDeAQ8Rw&list=PLDp9Jik5WjRuUyDT6961r8pkelgJMG8fG
5. https:// www.youtube.com/ watch?v=beFoCZ7oMyY
6. https:// www.youtube.com/ watch?v=00ZbuhPruJw
7. https:// en.wikipedia.org/ wiki/ Telephone
8. https:// www.thespruce.com/ troubleshooting-telephone-problems-1152692
9. https:// www.oit.uci.edu/ telephone/ telephone-troubleshooting-guide/
10. https:// www.youtube.com/ watch?v=V9ohexyr_cA
11. https:// www.youtube.com/ watch?v=NGtz-GCi7yw
12. https:// www.youtube.com/ watch?v=0iJ6eqUmhck
13. https:// www.youtube.com/ watch?v=jyWAO9WpC3w
14. https:// www.youtube.com/ watch?v=h6TqFcAOIcM
15. https:// www.youtube.com/ watch?v=fjNCUDrdULw
16. http:// www.differencebetween.net/ technology/ difference-between-rj11-and-rj12/
17. https:// www.quora.com/ Whats-the-difference-between-RJ11-and-RJ45-ethernet-cables
18. https:// en.wikipedia.org/ wiki/ Telephone_plug
19. https:// en.wikipedia.org/ wiki/ British_telephone_socket
20. http:// labman.phys.utk.edu
21. https:// en.wikipedia.org

لجنة المناهج الوزاريّة

د. صبري صيدم
د. بصري صالح
أ. ثروت زيد
د. سميّة النّخالة
م. وسام نخلة

لجنة الخطوط العريضة لمنهاج الاتصـــالات الفرع الصّناعيّ

أ.د. اسماعيل شندي
أ.د. عبد السميع العرابيد
أ.د. ماهر الحولي
أ.د. محمد عساف
د. إياد جبور
د. جمال الكيلاني
د. حمزة ذيب
د. خالد تربان
أ. تامر رملاوي
أ.جمال زهير
أ. افتخار الملاحي
أ. رقية عرار
أ. عبير النادي
أ. عفاف طهبوب
أ. عمر غنيم
أ. فريال الشواورة
أ. نبيل محفظ

المشاركون في ورشة العمل

م. آيات ياسين
م. محمد سلمان
م. فخري صبّاح
م. ثائر نغنغية
م. مجدي البكري
م. علاء عقاد
م. عزات تمام
م. رانية حج علي
م. عصام منصور
م. هبة الشرعب
م. إيمان كتّانة
م. فادي حليحل
م. ناصر صوالحة
م. صلاح الدين حاج أحمد
م. ماهر يعقوب
م. ابراهيم قدح
م. معاذ أبو سليقة
م. محمد ناهية
م. محمد شملخ
م. أحمد العصار